

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-305962

(43)Date of publication of application : 04.11.2005

(51)Int.Cl.

B41J 2/06  
B41J 2/205  
B41M 5/00  
C09D 11/00

(21)Application number : 2004-129699

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.2004

(72)Inventor : OGUCHI HIDEYUKI  
INOUE SEIICHI

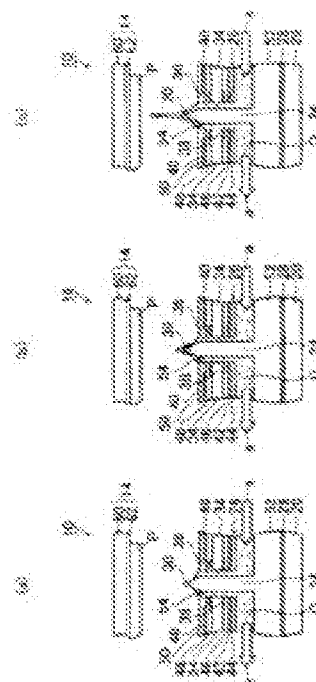
## (54) INKJET RECORDING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inkjet recording method which enables the recording of a picture of high quality as well as high resolution stably.

SOLUTION: The inkjet recording method is applied for performing a printing operation by the process comprising a step of forming an ink strand by making electrostatic force act on ink prepared by dispersing the charged particles containing color material into a dispersion medium in an inkjet head, a step of making the ink liquid-droplets discharged by dividing the strand and a step of forming an image dot by making the liquid droplets impacted on a recording medium moving relatively with the inkjet head. In case the symbols of the factors such as a relative travel-speed between the

recording medium and an outlet for discharging the liquid droplets, a dividing frequency of the strand and a diameter of the strand are defined as  $v$ ,  $f$  and  $d$ , respectively, the formula of  $(v/f) < (\pi d)$  is satisfied.



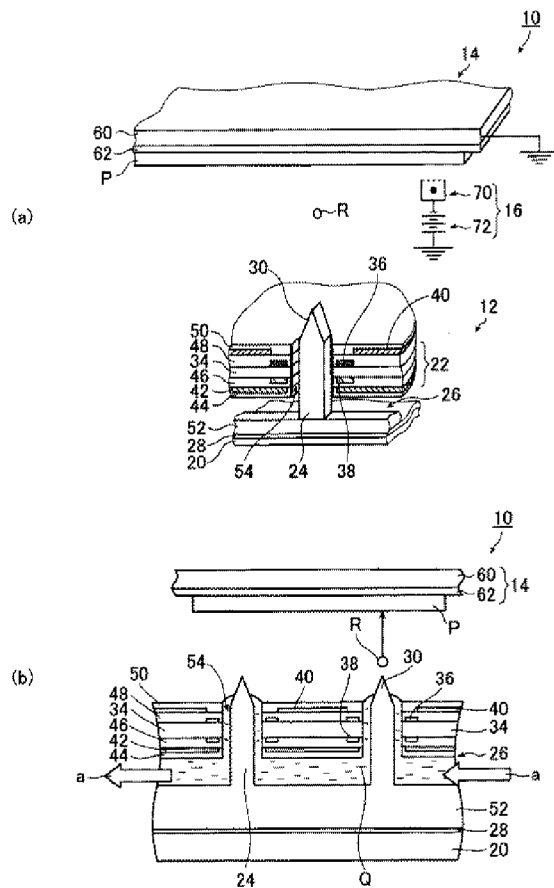
\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

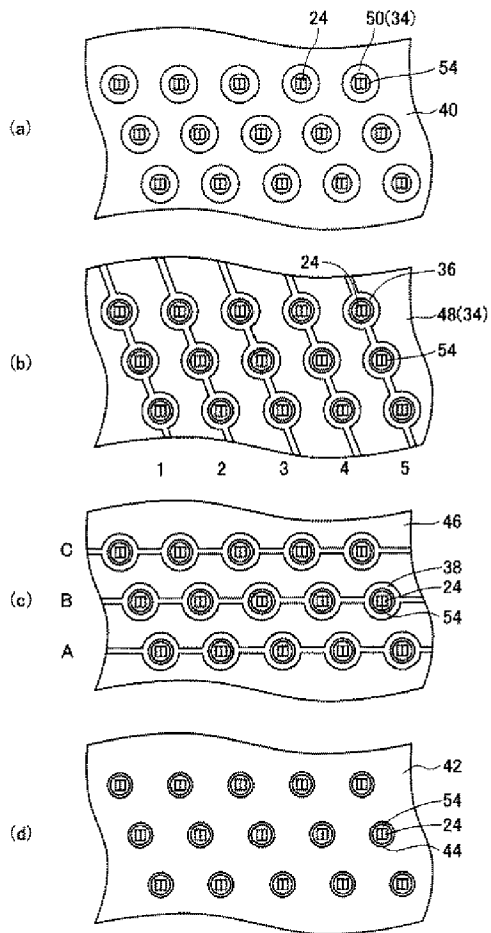
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

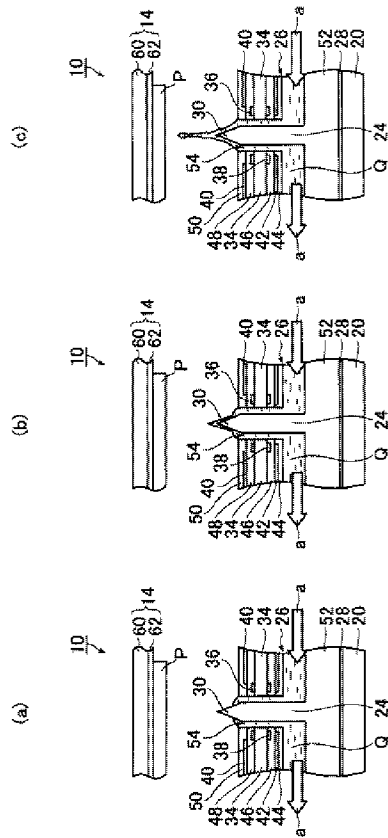
[Drawing 1]



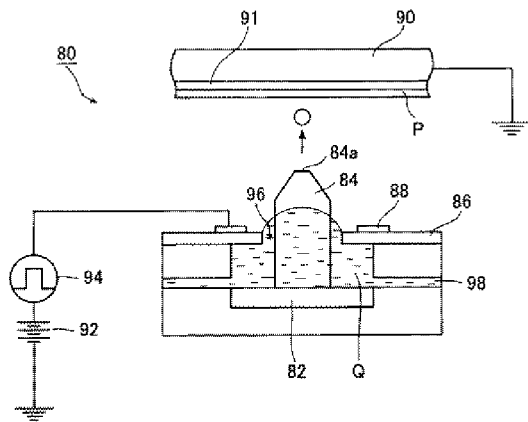
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

By making electrostatic force act on the ink which distributes the charged particle containing a color material to carrier fluid, it is related with the ink jet recording method which makes the drop of ink breathe out.

[Background of the Invention]

[0002]

The particles to which the ink jet recording of the electrostatic type was charged, for example including a color material. According to image data, using the ink composition (it is hereafter considered as ink) which distributes (it is hereafter considered as a coloring material particle) by impressing predetermined voltage to each discharge part of an ink jet head, The regurgitation and the picture corresponding to [ control and ] image data are recorded for ink on a recording medium using electrostatic force.

[0003]

As this electrostatic ink-jet recording device, the ink-jet recording device of the indication to the patent documents 1 is known, for example.

The key map of the ink jet head of the electrostatic ink-jet recording device indicated by the patent documents 1 is shown in drawing 4.

[0004]

This ink jet head 80 is provided with the head substrate 82, the ink guide 84, the insulating substrate 86, the control electrode 88, the electrode substrate 90, the DC-bias voltage source 92, and the pulse voltage source 94.

The delivery (breakthrough) 96 for carrying out the regurgitation of the ink is formed in the insulating substrate 86. It extends in the arrangement direction of this delivery 96, the head

substrate 82 is formed, and the ink guide 84 is arranged on the head substrate 82 of the position to which a delivery corresponds. The ink guide 84 penetrated the delivery 96 and the tip end part 84a has projected it above the surface of an opposite hand the head substrate 82 side of the insulating substrate 86.

[0005]

The head substrate 82 and the insulating substrate 86 detach a predetermined interval, and are arranged, and the channel of the ink Q is formed among both.

By the circulator style of the ink which is not illustrated, the ink Q containing the voltage impressed to the control electrode 88 and the particles (coloring material particle) electrified to like-pole nature circulates through the inside of this ink passage 98 toward left-hand side for example, from the figure Nakamigi side, and ink is supplied to each delivery 96.

[0006]

The control electrode 88 is formed in the surface of the field by the side of the recording medium P of the insulating substrate 86 at ring shape so that the circumference of the delivery 96 may be surrounded. The control electrode 88 is connected to the pulse voltage source 94 which generates pulse voltage according to image data, and this pulse voltage source 94 is grounded via the DC-bias voltage source 92.

In the ink jet recording of such an electrostatic formula, preferably, by the electrification unit using a scorotron electrifying device etc., the recording medium P is in the state where it was charged in high tension contrary to a control electrode, and is held at the insulating layer 91 of the grounded electrode substrate 90.

[0007]

In the ink jet recording of such an electrostatic type, In the state where voltage is not impressed to the control electrode 88. As the Coulomb attraction of the bias voltage by a counterelectrode and the coloring material particle in ink, the viscosity of ink (carrier fluid), surface tension, the repulsive force between charged particles, the fluid pressure of ink supply, etc. gang and it is shown in drawing 4, Ink became the meniscus shape which rose a little from the delivery (nozzle) 96, and balance is maintained.

It is in the state where the coloring material particle migrated, and moved to meniscus shape, namely, ink was condensed by this Coulomb attraction.

[0008]

If voltage is impressed to the control electrode 88 (regurgitation ON), it will be superimposed on bias voltage and driver voltage, as a result, the ink Q will be attracted at the recording-medium P (counterelectrode) side, and what is called a tailor corn of approximately conical shape will be formed.

Progress of time will form the long and slender liquid ink pillar several micrometers - about tens of micrometers in diameter which the balance of the Coulomb attraction which acts on a

coloring material particle, and the surface tension of carrier fluid collapses, and is called \*\*\*\* after a voltage impressing start. If time furthermore passes, the tip of \*\*\*\* divides, and towards the recording medium P, the drop of ink will be breathed out and will carry out suction flight as indicated by the patent-documents 2 grade.

[0009]

Here, division of \*\*\*\* is generated on frequency far higher than the drive frequency of the pulse voltage for ink discharge. That is, division of \*\*\*\* occurs continuously within 1 time of the applying time of pulse voltage many times. Therefore, 1 dot on a recording medium is formed by two or more detailed drops breathed out by dissociating.

[0010]

In the ink jet of an electrostatic formula, by modulating and impressing pulse voltage to each control electrode 88, the regurgitation is turned on and off, an ink drop is modulated and breathed out and the regurgitation of the ink drop on demand according to a recorded image is usually performed.

[Patent documents 1] JP,H10-138493,A

[Patent documents 2] US,4314263,B Description

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0011]

The ink jet of such an electrostatic formula has unnecessary independent ink passage, septum, etc. for separating each discharge part, if a discharge electrode can be created corresponding to a discharge part. Since it is what is called nozzle loess structure, cost reduction of an ink jet head, etc. can be planned, and the yield is also high. Since it has the above-mentioned structure, also when ink plugging etc. occur in a discharge part, recovery can be aimed at by easy processing.

On the other hand, in the ink jet of an electrostatic formula, since the impact position of the ink drop breathed out by division of \*\*\*\*, etc. becomes unstable, the problem that the picture of instability and the image quality which becomes uneven and is made into the purpose cannot be acquired by being stabilized also has a dot formed by two or more drops.

[0012]

In [ the purpose of this invention is to solve the above-mentioned problem, and ] the ink jet recording of an electrostatic type, It is in enabling stabilization of the impact position of an ink drop, and the stabilization and adjustment of a dot diameter on a recording medium, and providing the ink jet recording method which is stabilized and can record high definition and a high resolution picture.

[Means for Solving the Problem]

[0013]

By making electrostatic force act on ink which distributes a charged particle which contains a color material in an ink jet head to carrier fluid in this invention, in order to solve an aforementioned problem, Form \*\*\*\* of said ink and a drop of said ink is made to breathe out by division of said \*\*\*\*, This drop is made to reach the target on a recording medium which moves relatively to said ink jet head, It is a following formula, when it is an ink jet recording method which records by forming an image dot and a diameter of  $f$  and said \*\*\*\* is set [ relative movement speed of said recording medium and a discharge part which makes said drop breathe out ] to  $d$  for  $v$  and division frequency of said \*\*\*\*.

$$(v/f) < (axd)$$

However, a coefficient as which  $a$  is determined with density of ink, a flight droplet diameter, flight speed, surface tension, and viscosity,

\*\*\*\*\* -- an ink jet recording method characterized by things is provided.

Here, as for said coefficient  $a$ , it is preferred that it is [ or more 1.1 ] 15 or less.

It is preferred that 10 micrometers or less and a diameter of a drop breathed out fill at least one side of 20 micrometers or less in a diameter of said \*\*\*\*.

As for division frequency of said \*\*\*\*, it is preferred that it is higher than image recording frequency which controls regurgitation of said drop.

As for division frequency of said \*\*\*\*, it is preferred that they are 10 or more times of image recording frequency which controls regurgitation of said drop.

[0014]

It is preferred to breathe out the following drop so that a drop which reached the target on said recording medium may be lapped and reached before fixing of a drop which reached the target on said recording medium, and to form one image dot.

It is preferred to control the number of drops of an ink drop which forms one dot according to a picture to record.

It is preferred by making five or more drops of ink drops reach the target in piles on said recording medium to form one dot.

[Effect of the Invention]

[0015]

In order to stabilize the impact position of the ink drop on a recording medium in the ink jet recording of an electrostatic formula according to this invention which has the above-mentioned composition, Since it can become possible to form one image dot suitably by two or more breathed-out drops, the stabilization and adjustment of a dot diameter on a recording medium are enabled, the dot of the path made into the purpose can be formed and image recording can be performed, it is stabilized and high definition and a high resolution picture can be recorded.

According to this invention, the concentration control and dot diameter control by Pulse Density



Modulation can also be performed if needed, and it is also possible to form high definition with higher concentration stability and a high resolution picture more highly [ gradation resolution ].  
[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0016]

Hereafter, the ink jet recording method of this invention is explained in detail based on the suitable embodiment shown in attached Drawings.

[0017]

The ink jet recording method of this invention is based on the ink jet of the electrostatic formula which makes electrostatic force act on this ink, and carries out the regurgitation to it using the ink which distributes the charged particle (it is hereafter considered as a coloring material particle) containing a color material to carrier liquid (carrier fluid).

[0018]

As for the carrier liquid used for such ink, it is preferred that it is a dielectric fluid (nonaqueous solvent) which has high electrical resistivity (more than  $10^9$  omega-cm preferably more than  $10^{10}$  omega-cm). If the electrical resistance of carrier liquid is low, by the driver voltage impressed to a control electrode, carrier liquid itself will be charged in response to electric charge pouring, and concentration of a coloring material particle will not start. For a certain reason, the concern which produces the electrical continuity between the control electrodes in which the carrier liquid with low electrical resistance adjoins is also unsuitable for this invention.

[0019]

As for the specific inductive capacity of the dielectric liquid used as carrier liquid, five or less are preferred, and it is 3.5 or less still more preferably four or less more preferably. By considering it as the range of such specific inductive capacity, an electric field acts effective in the coloring material particle in carrier liquid, and migration takes place easily.

As for the upper limit of the characteristic electric resistance of such carrier liquid, it is desirable that it is a  $10^{16}$  omegacm grade, and, as for the lower limit of specific inductive capacity, it is desirable that it is about 1.9. The Reason with desirable the electrical resistance of carrier liquid being a mentioned range, The Reason with desirable being because the regurgitation of the ink drop under a low electric field worsening, and specific inductive capacity being a mentioned range, if electrical resistance becomes low is that the color of the dot which the electric field was eased by polarization of the solvent and formed by this will become thin, or will produce a blot if a dielectric constant becomes high.

[0020]

As a dielectric liquid used as carrier liquid, there is a halogenation object of straight chain shape or branched state aliphatic hydrocarbon, alicyclic hydrocarbon or aromatic hydrocarbon,

and these hydrocarbon preferably. For example, hexane, heptane, octane, isooctane, Deccan, isoDeccan, A decalin, nonane, a dodecane, an isododecane, cyclohexane, cyclooctane, A cyclodecane, benzene, toluene, xylene, mesitylene, Isopar C, Isopar E, Isopar G, Isopar H, Isopar L, Isopar M (Isopar: trade name of an Exxon company), shell ZORU 70, shell ZORU 71 (shell ZORU: trade name of Shell Oil Co.), AMUSUKO OMS, AMUSUKO 460 solvent (AMUSUKO: trade name of a spirits company), silicone oil (for example, Shin-etsu silicone company make KF-96L), etc. -- it can be independent, or it can mix and can use.

[0021]

The coloring material particle distributed by such carrier liquid makes the dispersion resin particles for raising fixability contain preferably, although it may be made to distribute in carrier liquid by making the color material itself into a coloring material particle. When making dispersion resin particles contain, the method of paints of covering with the resin material of dispersion resin particles, and making it into resin coating particles, etc. are common, and the method of colors of coloring dispersion resin particles and making it into a coloring particle, etc. are common.

[0022]

If it is the paints and color which are used for the ink jet composition, the ink composition for printing (oiliness), or the liquid development agent for electrostatic photographs from the former as a color material, it is usable also in which.

As paints to be used, what is generally used by the technical field of printing can be used regardless of an inorganic pigment and an organic color as a color material. Specifically, for example Carbon black, cadmium red, molybdate red, Chrome yellow, cadmium yellow, titan yellow, chrome oxide, Kinky thread JIAN, cobalt green, ultra marine blue, Prussian blue, Cobalt blue, azo pigment, phthalocyanine pigment, quinacridone paints, Paints with conventionally publicly known isoindolinone system paints, a dioxazinic pigment, the Indanthrene system paints, perylene system paints, peri non system paints, thioindigo system paints, kino FUTARON system paints, metal complex paints, etc. can be especially used without limitation.

As a color used as a color material, azo dye, metal complex dye, naphthol dye, Anthraquinone dye, indigo dye, a carbonium pigment, a quinonimine dye, Oil colors, such as xanthene dye, aniline dye, quinoline dye, nitro dye, nitroso dye, a PENZO quinone color, a naphthoquinone color, phthalocyanine dye, and a metal-phthalocyanines color, are illustrated preferably.

[0023]

As dispersion resin particles, for example Rosin, rosin modified phenolic resin, The acetal denaturation thing of an alkyd resin, acrylic (meta) polymer, polyurethane, polyester, polyamide, polyethylene, polybutadiene, polystyrene, polyvinyl acetate, and poly vinyl alcohol, polycarbonate, etc. can be mentioned.

The polymer whose weight average molecular weight is within the limits of 2,000-1000, and 000 and whose polydispersed degree (weight average molecular weight/number average molecular weight) is within the limits of 1.0-5.0 from a viewpoint of the ease of particle formation is [ among these ] preferred. The polymer which has any one of softening temperature, a glass transition point, or the melting points in within the limits which is 40 \*\* - 120 \*\* from a viewpoint of the ease of said fixing is preferred.

[0024]

In the ink Q, the content (coloring material particle or further total content of dispersion resin particles) of a coloring material particle, It is preferred to contain in 0.5 to 30% of the weight of the range to the whole ink, and it is more preferably desirable to contain in 3 to 20% of the weight of the range still more preferably 1.5 to 25% of the weight. Become easy to produce problems -- if the content of a coloring material particle decreases, printing image concentration does not run short, or the compatibility of the ink Q and the recording-medium P surface will become is hard to be acquired, and a firm picture will no longer be acquired -- On the other hand, it is \*\* when content increases. - It is because dispersion liquid become are hard to be obtained, or it is easy to produce blinding of the ink Q in ink jet head 12 grade and problems -- stable ink discharge is hard to be obtained -- arise.

[0025]

0.1-5 micrometers is preferred, and is 0.2-1.5 micrometers more preferably, and the mean particle diameter of the coloring material particle distributed by carrier liquid is 0.4-1.0 micrometer still more preferably. It asks for this particle diameter by CAPA-500 (trade name by Horiba, Ltd.).

[0026]

After making carrier liquid distribute a coloring material particle (good even if it uses a dispersing agent if needed), it is considered as the ink Q which carries out electrification of the coloring material particle, and distributes the coloring material particle which carried out electrification to carrier liquid by adding an electrification regulator to carrier liquid. At the time of distribution of a coloring material particle, a dispersing agent may be added if needed. Various kinds of things of an electrification regulator used for the electro photography liquid development agent are available as an example. 139-148 pages of "development and utilization of the latest electro photography developing system and a toner material", Various kinds of electrification regulators given in 497-505 pages (Corona Publishing, 1988 annual publications) of Society of Electrophotography of Japan editing "foundation of electrophotographic technology and application", 16 (No.2) or 44 pages (1977) of Yuji Harasaki "electro photography", etc. are also available.

[0027]

As long as a coloring material particle is the driver voltage and like-pole nature which are

impressed to the control electrode mentioned later, electrification of it may be carried out to any of positive charge and a negative charge.

the loading dose of a coloring material particle -- desirable -- 5-200microC/g -- more -- desirable -- 10-150microC/g -- it is the range of 15-100microC/g still more preferably.

[0028]

For a certain reason, that the electrical resistance of a dielectric solvent changes with addition of an electrification regulator also makes more preferably the partition ratio P defined below not less than 70% still more preferably not less than 60% not less than 50%.

$$P=100 \times (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$$

Here, it is the electrical conductivity of the supernatant fluid in which  $\sigma_1$  applied the electrical conductivity of the ink Q to the centrifuge, and  $\sigma_2$  covered the ink Q over it. The electrode for an LCR meter (AG-4311 by Ando Electric [ Co., Ltd. ] Co., Ltd.) and fluids (Kawaguchi Electrical machinery Factory company make LP gas-05 type) is used for electrical conductivity, and it is the impressed electromotive force 5V and the value which measured on conditions with a frequency of 1 kHz. The small high-speed refrigerated centrifuge (SRX-201 By a TOMY elaborate Company) was used, and centrifugal separation was performed for 30 minutes on with the revolving speed of 14500 rpm, and a temperature of 23 °C conditions. Migration of a coloring material particle takes place easily, and it becomes easy to condense by using the above ink Q.

[0029]

The electrical conductivity of the ink Q has preferred 100 - 3000 pS/cm, and is 200 - 2000 pS/cm still more preferably 150 to 2500 pS/cm more preferably. By considering it as the range of the above electrical conductivity, the concern which does not become extremely high but produces the electrical continuity between adjoining recording electrodes does not have the voltage impressed to a discharge electrode, either.

The surface tension of the ink Q has the preferred range of 15 - 50 mN/m, and is the range of 16 - 40 mN/m still more preferably 15.5 to 45 mN/m more preferably. By making surface tension into this range, the voltage impressed to a discharge electrode does not become extremely high, and to the circumference of a head, ink leaks, and does not spread and pollute.

The viscosity of the ink Q has preferred 0.5 - 5 mPa-sec, and is 0.7 - 2.0 mPa-sec still more preferably 0.6 to 3.0 mPa-sec more preferably.

[0030]

Such ink Q distributes and particle-izes a coloring material particle to carrier liquid as an example, and adds an electrification regulator to carrier fluid, is making a coloring material particle produce electrification, and can prepare it. The following methods are illustrated as a concrete method.

(1) How to distribute to carrier liquid using a dispersing agent if needed, and to add an electrification regulator a color material or after mixing dispersion resin particles beforehand further (kneading).

(2) A color material or a method of adding dispersion resin particles and a dispersing agent simultaneously to carrier liquid, distributing and adding an electrification regulator further.

(3) A color material and an electrification regulator, or the method of adding dispersion resin particles and a dispersing agent to carrier liquid simultaneously further, and distributing.

[0031]

As mentioned above, the ink jet recording method of this invention is related with the ink jet recording of the electrostatic formula which makes electrostatic force act on such ink that distributes a coloring material particle to carrier liquid, and makes it breathe out ink drop R (drop).

An example of the ink-jet recording device of the electrostatic formula which enforces the ink jet recording method of this invention is notionally shown in drawing 1. In drawing 1, (a) is a perspective view (partial section) and (b) is a fragmentary sectional view.

[0032]

The ink-jet recording device 10 (it is hereafter considered as the recorder 10) shown in drawing 1 has the ink jet head 12 (it is hereafter considered as the head 12), the holding mechanism 14 of the recording medium P, and the electrifying unit 16, and is constituted. After electrifying bias potential in the recording medium P with the electrifying unit 16 in this recorder 10, it is in the state which met the head 12 and the recording medium P, The head 12 and the holding mechanism 14 are moved relatively, and the target picture is recorded on the recording medium P by carrying out the abnormal-conditions drive of each discharge part of the head 12 according to a recorded image, and carrying out the regurgitation of the ink drop R by on demand one.

[0033]

The head 12 is provided with the following.

It is an electrostatic ink jet head which electrostatic force is made to act on the ink Q, and carries out the regurgitation as ink drop R, and is the head substrate 20.

Delivery board 22.

Ink guide 24.

The head substrate 20 and the delivery board 22 meet mutually, and predetermined carries out interval alienation, they are arranged, and the ink passage 26 for supplying the ink Q to each delivery between them is formed. The ink Q circulates through the inside of the ink passage 26 to a determined direction at the rate of predetermined (for example, ink flow of 200 mm/s) including the control voltage impressed to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd

discharge electrode 38, and the coloring material particle electrified to like-pole nature at the time of record.

[0034]

The head substrate 20 is a sheet shaped insulating substrate common to all the discharge parts, and the floating plate conducting 28 which is floating electrically is formed in the surface.

In the floating plate conducting 28, the induced voltage induced according to the pressure value of the control voltage impressed to the control electrode of the discharge part mentioned later occurs at the time of record of a picture. The pressure value of induced voltage changes automatically according to the number of operation channels. The ink of the delivery 48 which the coloring material particle contained in the ink Q in the ink passage 26 is energized, and migrates to the delivery board 22 side, namely, is mentioned later is more suitably condensed by this induced voltage.

[0035]

As for the floating plate conducting 28, it is preferred to provide suitably not an indispensable component but if needed. The floating plate conducting 28 should just be arranged rather than the ink passage 26 at the head substrate 20 side, for example, may be arranged inside the head substrate 20. It is more desirable to arrange the floating plate conducting 28 rather than the position by which a discharge part is arranged at the upstream of the ink passage 26. It may be made to impress predetermined voltage to the floating plate conducting 28.

[0036]

On the other hand, the delivery board 22 is provided with the following.

It is a sheet shaped insulating substrate common to all the discharge parts like the head substrate 20, and is the insulating substrate 34.

The 1st discharge electrode 36.

The 2nd discharge electrode 38.

The guard electrodes 40, the screening electrode 42, the insulating layers 44, 46, 48, and 50.

The delivery 54 of ink is penetrating and carrying out the opening to the delivery board 22 at the position corresponding to each ink guide 24.

As mentioned above, the head substrate 20 and the delivery board 22 are estranged and arranged, and the ink passage 26 is formed between them.

[0037]

The 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 are disc electrodes provided in the surface of the figure Nakagami side of the insulating substrate 34, and the undersurface at ring shape, respectively so that the circumference of the delivery 54 corresponding to each discharge part might be surrounded. The surface is protected in the insulating substrate 34 and the surface of the 1st discharge electrode 36, and the insulating

layer 48 which carries out flattening is covered by them, and the insulating layer 46 for carrying out flattening of the surface is similarly covered by the insulating substrate 34 and the surface of the 2nd discharge electrode 38 on them.

As long as it is an electrode arranged so that the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 may not be limited to the disc electrode of ring shape but the ink guide 24 may be attended, an approximate circle form electrode, a division disc electrode, a parallel pole, an almost parallel electrode, etc. may be what kind of shape, for example.

[0038]

As shown in drawing 2 (a), in the head 12, each discharge part which comprises the ink guide 24, the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38, and delivery 54 grade is arranged in two dimensions [ matrix form ].

As shown in drawing 2 (b), the head 12 has a discharge part of three lines (A line, B line, C line) arranged in the column direction (scanning direction). In drawing 2, the discharge part arranged at the matrix form of a total of 15 pieces of five pieces (one row, two rows, three rows, four rows, five rows) at the line writing direction (vertical scanning direction) is shown (refer to drawing 2 (c)).

[0039]

As shown in drawing 2 (b), the 1st discharge electrode 36 of the discharge part arranged at the same sequence is connected mutually. As shown in drawing 2 (c), the 2nd discharge electrode 38 of the discharge part arranged at the same line is connected mutually.

Although a graphic display is omitted, the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 are connected to the pulse power which outputs the pulse voltage for carrying out the regurgitation (each electrode is driven) of the ink drop R, respectively.

[0040]

To a line writing direction, the discharge part of each line detaches a predetermined interval, and is arranged.

The discharge part of eye B line has a predetermined interval in a column direction to the discharge part of eye A line, and is arranged to the line writing direction between the discharge part of eye A line, and the discharge part of eye C line, respectively. Similarly, the discharge part of eye C line detaches a predetermined interval to a column direction to five discharge parts of eye B line, and is arranged to the line writing direction between the discharge part of eye B line, and the discharge part of eye A line, respectively.

Thus, one line recorded on the recording medium P is trichotomized by the line writing direction by shifting and arranging each discharge part included in each line A, B, and C to a line writing direction, respectively.

[0041]

At the time of record of a picture, the 1st discharge electrode 36 arranged at the same

sequence is driven to a simultaneous and same voltage level. Similarly, the 2nd five discharge electrodes 38 arranged at the same line are driven to a simultaneous and same voltage level. One line recorded on the recording medium P is divided into three groups equivalent to the number of lines of the 2nd discharge electrode 38 to a line writing direction, and is driven one by one by time sharing. For example, in the case of the example shown in drawing 2, in record, the picture for one line becomes possible on the recording medium P by recording eye B line [ eye A line of the 2nd discharge electrode 38, and ], and eye C line one by one to predetermined timing. A picture is recorded by carrying out the abnormal-conditions drive of the 1st discharge electrode 36 according to image data (recorded image), and turning on and off the regurgitation of ink drop R synchronizing with this.

Therefore, in the example of a graphic display, image recording 3 times the storage density of the storage density which each line has can be performed to a line writing direction (vertical scanning direction) by performing image recording, moving the recording medium P and the head 12 to a column direction (scanning direction) relatively.

[0042]

A control electrode may not be limited to the two-layer electrode structure of the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38, but single layer electrode structure may be sufficient as it, and it is good also as electrode structure of three or more layers.

[0043]

The guard electrodes 40 are sheet shaped electrodes common to all the discharge parts, and as shown in drawing 2 (a), the portion equivalent to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 which were formed in the circumference of the delivery 54 of each discharge part is carrying out the opening to ring shape. While protecting the surface, the insulating layer 50 which carries out flattening is covered by the surface of the insulating layer 48 and the guard electrodes 40. Predetermined voltage is impressed and the guard electrodes 40 play the role which controls electric field interference produced between the ink guides 24 of an adjoining discharge part.

[0044]

As the screening electrode 42 provided in the ink passage 26 side of the insulating layer 46 is also a sheet shaped electrode common to all the discharge parts and is shown in drawing 2 (d), It is provided to the portion equivalent to the inside diameter of the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 formed in the circumference of the delivery 54 of each discharge part. The ink passage 26 side of the screening electrode 42 protects the surface, and the insulating layer 48 which carries out flattening is covered. the screening electrode 42 -- the [ the 1st discharge electrode 36 or ] -- the duty which covers the rebounding electric field to the ink passage 26 direction of [ from 2 system regurgitation pole 38 ] is achieved.

Although the guard electrodes 40 and the screening electrode 42 may not be indispensable



components, it is needless to say that it is better to have arranged.

[0045]

The ink guide 24 is a plate made from given thickness Mino ceramics with the convex tip end part 30. In the example of a graphic display, the ink guide 24 of the discharge part of the same line is arranged at the predetermined intervals on the same base material 52 arranged on the floating plate conducting 28 on the head substrate 20. The ink guide 24 penetrated the delivery 54 by which the opening was carried out to the delivery board 22, and has projected the tip end part 30 above the outermost surface (surface by the side of figure Nakagami of the insulating layer 50) by the side of the recording medium P of the delivery board 22.

[0046]

The tip end part 30 of the ink guide 24 is fabricated toward the holding mechanism 14 of the recording medium P by the approximately triangular shape (or trapezoidal shape) which becomes thin gradually.

As for the tip end part (uppermost tip part) 30, it is preferred that metal is vapor-deposited. Although the metal deposition of this tip end part 30 is not an indispensable element, thereby, the dielectric constant of the tip end part 30 becomes large substantially, and it is effective in the ability to do that it is easy to produce a strong electric field.

[0047]

As long as it can turn the shape of the ink guide 24 to the tip end part 30 and it can make the coloring material particle in the ink Q migrate (namely, ink Q concentration), especially, it is not restrictive and that it may not be convex etc. may change the tip end part 30 freely, for example. In order to promote concentration of ink, notching used as the ink guide rail which brings the ink Q together in the tip end part 30 may be formed in the center portion of the ink guide 24 along with figure Nakagami down according to capillarity.

[0048]

The holding mechanism 14 of the recording medium P is provided with the electrode substrate 60 and the insulation sheet 62, to the tip end part 30 of the ink guide 24, has a predetermined interval (for example, 200-1000 micrometers), and is arranged so that the head 12 may be met.

The electrode substrate 60 is grounded and the insulation sheet 62 is arranged on the surface by the side of the ink guide 24 of the electrode substrate 60. At the time of record, the recording medium P is held on the surface of the insulation sheet 62, namely, the holding mechanism 14 (insulation sheet 62) functions as a platen of the recording medium P.

[0049]

The electrifying unit 16 is provided with the following.

The scorotron electrifying device 70 for electrifying the recording medium P in negative high tension.

The bias voltage source 72 which supplies negative high tension to the scorotron electrifying device 70.

The scorotron electrifying device 70 detaches a predetermined interval in the position which counters the surface of the recording medium P, and is arranged. The terminal of the negative side of the bias voltage source 72 is connected to the scorotron electrifying device 70, and the terminal by the side of right [ the ] is grounded.

[0050]

The electrifying means of the electrifying unit 16 is not limited to the scorotron electrifying device 70, but various electrifying means with conventionally publicly known a corotron electrifying device, a solid charger, etc. can be used for it.

[0051]

At the time of record of a picture, the surface of the insulation sheet 62 P, i.e., a recording medium, is charged in the high tension impressed to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 and the negative predetermined high tension of reverse polarity, for example, -1500V, with the electrifying unit 16. As a result, while bias of the recording medium P is carried out to negative high tension to the 1st discharge electrode 36 or the 2nd discharge electrode 38, electrostatic adsorption of it is carried out at the insulation sheet 62 of the holding mechanism 14.

That is, in the recorder 10 of the example of a graphic display, the recording medium P acts as a counterelectrode in the ink jet recording of an electrostatic type.

[0052]

Although the holding mechanism 14 is constituted from the electrode substrate 60 and the insulation sheet 62 and the surface of the insulation sheet 62 is made to carry out electrostatic adsorption by electrifying the recording medium P in negative high tension with the electrifying unit 16, It is not limited to this but the holding mechanism 14 is constituted only from the electrode substrate 60, the holding mechanism 14 (electrode substrate 60 very thing) is connected to the bias power supply 72, bias is always carried out to negative high tension, and it may be made to make the surface of the electrode substrate 60 carry out electrostatic adsorption of the recording medium P.

[0053]

The separate negative source of high tension may perform electrostatic adsorption to the holding mechanism 14 of the recording medium P, and impression of the negative bias high tension to the recording medium P or impression of the negative bias high tension to the holding mechanism 14, and, Support of the recording medium P by the holding mechanism 14 is not restricted to electrostatic adsorption of the recording medium P, but may use other manners of support and support means.

[0054]

Such a head 12 is a line head which has a sequence of the discharge part corresponding to one side of the recording medium P of the maximum size in a line writing direction, and the recording medium P held at the holding mechanism 14. It is conveyed in the column direction which intersects perpendicularly with this line writing direction (horizontal scanning), the whole surface of the recording medium P is scanned by the discharge part, the whole surface of the recording medium P is scanned by the discharge part, ink drop R reaches the target, and a picture is recorded.

[0055]

As a transportation means of a recording medium, electrostatic adsorption of the recording medium P is carried out on the insulation sheet 62 as mentioned above, and the recording medium P is conveyed by conveying the insulation sheet 62 to a scanning direction. Although the after-mentioned explains in detail, since it is fixed, and the ink jet head 12 makes a scanning direction convey the recording medium P and records a picture, in this embodiment, the speed which conveys this recording medium P turns into relative movement speed. Here, a transportation method is not limited to the above-mentioned gestalt, but a publicly known transportation means can be conventionally used for it.

Limitation not being carried out to that for which the ink jet recording method of this invention uses such a line head, but conveying the recording medium P intermittently. Synchronizing with this conveyance, it may be the ink jet recording using what is called a shuttle type of head which scans a head in the direction which intersects perpendicularly with a transportation direction.

[0056]

The head 12 of the example of a graphic display has the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38, and if pulse voltage will be impressed to both (state which two electrodes drove), ink drop R will be breathed out.

Here, as mentioned above, the 2nd discharge electrode 38 is made one line at a time into turn to predetermined timing with a high voltage level (for example, 400-600V) or a high impedance state (ON state), and drives all the 2nd remaining discharge electrodes 38 to a ground level (ground state: OFF state). All the sequences drive the 1st discharge electrode 36 to a high voltage level or a ground level by a row unit simultaneously according to image data. Thereby, the regurgitation / non-regurgitation of the ink in each discharge part are controlled.

[0057]

Namely, the 2nd discharge electrode 38 by the high voltage level or a high impedance state. And when the 1st discharge electrode 36 is a high voltage level, the ink Q is breathed out as ink drop R, and ink is not breathed out when either [ at least ] the 1st discharge electrode 36 or the 2nd discharge electrode 38 is a ground level.

And ink drop R breathed out from each discharge part can be drawn near to the recording medium P electrified in negative high potential, it adheres to the prescribed position of the recording medium P, and a picture is formed.

Therefore, in this case, the drive frequency of the control electrode for the regurgitation of ink drop R turns into drive frequency of the 1st discharge electrode 36.

[0058]

As mentioned above, since the 1st discharge electrode 36 drives according to image data when one by one and the 1st upper discharge electrode 36 is turned on and off according to image data, [ the line of the 2nd lower layer discharge electrode 38 ] The 1st discharge electrode 36 changes to a high voltage level or a ground level frequently centering on each discharge part of a column direction in the discharge part of the both sides. In this case, the influence of the electric field of an adjoining discharge part can be eliminated by carrying out bias of the guard electrodes 40 to predetermined guard potential, for example, a ground level etc., at the time of record of a picture.

[0059]

In the head 12 of the example of a graphic display, it is also possible to drive the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 in the reverse state, to drive the 1st discharge electrode 36 one by one for every row, and to drive the 2nd discharge electrode 38 as another embodiment, according to image data.

[0060]

In this case, a column direction is driven for every row of the 1st discharge electrode 36, and since the 1st discharge electrode 36 of the discharge part of the sequence of those both sides is always set to a ground level centering on each discharge part of a column direction, the 1st discharge electrode 36 of the discharge part of the sequence of these both sides plays the role of guard electrodes. Thus, in one by one with the 1st upper discharge electrode 36 and driving the 2nd lower layer discharge electrode 38 according to image data, even if it does not form the guard electrodes 40, the influence of an adjoining discharge part can be eliminated and it can raise recording quality. [ each sequence ]

[0061]

It is not restrictive whether it is either the 1st discharge electrode 36 or the 2nd discharge electrode 38 and both, and ink discharge / non-regurgitation is controlled by the head 12 at all. Namely, what is necessary is just to set up suitably the voltage by the side of a control electrode and the recording medium P so that ink may not be breathed out, when smaller [ when the difference of the pressure value at the time of the ink discharge / non-regurgitation by the side of a control electrode and the pressure value by the side of the recording medium P is larger than a predetermined value, ink is breathed out, and ] than a predetermined value.

[0062]

Although the coloring material particle in ink is right-electrified and the recording-medium side is electrified in negative high tension in this mode, it is not limited to this, but conversely, the coloring material particle in ink may be electrified in negative, and the recording-medium P side may be electrified in positive high tension. Thus, what is necessary is just to make impressed-electromotive-force polarity to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 of the electrifying unit 16 of the recording medium P, and each discharge part, etc. into an above-mentioned example and reverse, in making polarity of a coloring material particle into an above-mentioned embodiment and reverse.

[0063]

Hereafter, by explaining an operation of the regurgitation of ink drop R in the recorder 10 explains the electrostatic ink jet recording method of this invention in detail.

In the following examples, in order to carry out right electrification of the coloring material particle distributed by the ink Q, therefore to carry out the regurgitation of the ink drop R, positive voltage is impressed to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38, and negative bias voltage is charged in the recording medium P.

[0064]

At the time of record of a picture, the ink Q circulates through the inside of the ink passage 26 at the rate of predetermined by the circulator style of the ink which is not illustrated toward left-hand side (the direction of drawing 1 Nakaya seal a) from the figure Nakamigi side.

on the other hand, the recording medium P is conveyed at the rate of predetermined by a transportation means (figures omitted -- abbreviated) at the space late rice side in a figure, for example, being charged in negative high potential (for example, -1500V), and electrostatic adsorption being carried out with the electrifying unit 16, at the insulation sheet 62 of the holding mechanism 14. That is, the recording medium P serves as a counterelectrode in which the bias voltage of -1500V was charged.

[0065]

In the state where only this bias voltage is impressed. The Coulomb attraction of bias voltage and electrification of the coloring material particle of the ink Q, the Coulomb repulsion between coloring material particles, the viscosity of carrier liquid, surface tension, charge polarization power, etc. act on the ink Q, and these gang, As a coloring material particle and carrier liquid move and it is notionally shown in drawing 3 (a), it became the meniscus shape which rose a little from the delivery 48, and balance is maintained.

Bias voltage moves a coloring material particle toward the electrified recording medium P with this Coulomb attraction by what is called electrophoresis. Namely, in the meniscus of the delivery 54, it is in the state where the ink Q was condensed.

[0066]

From this state, the pulse voltage for carrying out the regurgitation of the ink drop R is

impressed (regurgitation ON). That is, in the example of a graphic display, about [ 100-600V ] pulse voltage is impressed to the 1st discharge electrode 36 and the 2nd discharge electrode 38 from the pulse power corresponding to each, an electrode is driven, and the regurgitation is performed.

By this, bias voltage is overlapped on pulse voltage and movement further ganged by previous ganging by superposition of this pulse voltage takes place, As a coloring material particle and carrier liquid are pulled by electrophoresis at the bias voltage (counterelectrode) P, i.e., recording medium, side and it is notionally shown in drawing 3 (b) by it, meniscus grows and the liquid ink pillar \*\*\*\*\* tailor corn of approximately conical shape is formed from the upper part. Like the point, the coloring material particle is moving to meniscus by electrophoresis, and the ink Q of meniscus is in the almost uniform high concentration state of it being condensed and having many coloring material particles.

[0067]

When still more limited time passes after the impression start of pulse voltage, by movement of a coloring material particle, etc. by the tip end part of meniscus with high field intensity. As the balance of a coloring material particle and the surface tension of carrier liquid mainly collapses, meniscus is extended rapidly and it is notionally shown in drawing 3 (c), the long and slender liquid ink pillar called \*\*\*\* is formed.

Vibration which will be generated with growth of \*\*\*\*, and Rayleigh / waiver instability if still more limited time passes, \*\*\*\* is divided by interactions, such as distribution unevenness of the coloring material particle in meniscus, and distribution unevenness of the electrostatic field concerning meniscus, it is set to ink drop R, and the regurgitation/flight of is done, and it is pulled by bias voltage, and the recording medium P is reached.

Growth and division of \*\*\*\* generate movement of a coloring material particle to meniscus (\*\*\*\*) continuously during impression of pulse voltage further. That is, while \*\*\*\* is formed, ink drop R has flown toward the recording medium P intermittently. When impression of pulse voltage is ended (regurgitation OFF), the power which pulls a coloring material particle and carrier liquid to the recording-medium P side becomes weak, and formed \*\*\*\* becomes small, and if predetermined time passes, it will return to the state of the meniscus of drawing 3 (a) where only bias voltage was impressed.

[0068]

If pulse voltage (driver voltage) is impressed, by an electrostatic ink jet, \*\*\*\* is formed, by being divided, an ink drop will breathe out, it will be making many detailed ink drops reach the target on the recording medium P, and 1 dot of pictures will be formed on the recording medium P, so that clearly from the above explanation.

[0069]

When the diameter of f and \*\*\*\* is set [ a relative speed ] to d for v and the division frequency

of \*\*\*\*, it is made to fill the following formula 1 in the ink jet recording method of this invention here.

$(v/f) < (axd)$  Formula 1

Here, a in the formula 1 is a coefficient suitably determined with the density of ink, a flight droplet diameter, flight speed, surface tension, viscosity, etc., for example. The density of ink, a flight droplet diameter, flight speed, surface tension, viscosity, etc. change with temperature etc., for example.

[0070]

The relative movement speed v is the relative movement speed of the recording medium P at the time of record, and the ink jet head 12 here, and in this embodiment. As mentioned above, since the ink jet head 12 is fixed and the recording medium P is conveyed, it becomes a bearer rate (movement speed of the insulation sheet 62) of the recording medium P. Since in the case of a serial head a recording medium is fixed at the time of record and a head is scanned, the scan speed of the head turns into relative movement speed.

The diameter d of \*\*\*\* is the halfway point diameter of \*\*\*\*, i.e., the diameter of the halfway point of a \*\*\*\* tip and the portion which was tailor cone tip parts.

Here, as for the diameter of \*\*\*\*, while division of \*\*\*\* is performed, it is preferred to always fill the formula 1.

[0071]

As mentioned above, at the ink jet of an electrostatic formula, two or more ink drops are breathed out by impression of the driver voltage of one pulse, and 1 dot on the recording medium P is formed by two or more of these ink drops. Thus, in order to form one dot by two or more ink drops. Since the regurgitation must be carried out so that the following ink drop may lap with the ink drop which reached the target, but the ink drop made to breathe out is very minute, An impact position will not be stabilized, the ink drop which reached the target will not lap on the recording medium P, and one image dot will not be able to be formed suitably, but image quality will deteriorate as a result.

[0072]

On the other hand, the impact position of the breathed-out ink drop is stabilized by performing the regurgitation of an ink drop on the conditions with which the formula 1 is filled as mentioned above.

As a result, an ink drop can be made to be able to reach the target in piles suitably on the recording medium P, one image dot can be suitably formed by two or more ink drops, and the target image dot can be formed. Thus, with the ink jet recording method of this invention, since the target image dot can be formed, a high definition picture is recordable with high resolution. By forming one image dot by two or more detailed ink drops, solvent evaporation can promote during flight and the blot on the recording medium P can be prevented.

[0073]

Here, in the ink jet recording method of this invention, it is preferred to make  $a$  in the formula 1 or less [ 1.1 or more ] into 15.

It is preferred that the half of the dot which reaches a recording medium laps in image quality in the ink jet recording method of this invention. Since the time interval which a dot reaches is  $1/f$  here, the distance which an ink jet head and a recording medium move relatively in the meantime is  $v/f$ . Therefore, when the diameter of the dot of the drop which reached the target is set to  $D$ ,

$$D/2 > vx (1/f)$$

It becomes. Here, the diameter  $D$  of the dot of the drop which reached the target is greatly governed by path  $d'$  of the ink drop in front of impact. Although the diameter  $d$  of \*\*\*\* formed, the division frequency  $f$  of \*\*\*\*, and the growth rate of \*\*\*\* can take various values, If the general range is taken into consideration according to this invention persons' examination, it will be thought that diameter  $d'$  of the drop of the ink in front of impact is in the range of  $d'=2d-10d$ , and it will be thought that the diameter  $D$  of the dot of the drop which reached the target is  $D=1.1d$  in the range of ' $-3d$ ' further.

From said formulas and these figures,

$$v/f < (1.1-15) d$$

By setting the coefficient  $a$  in a next door, therefore the formula 1 to 1.1-15, the above-mentioned effect is revealed more suitably and high definition drawing is attained.

[0074]

The diameter  $d$  of \*\*\*\* formed 10 micrometers or less and/. Or 20 micrometers or less, also when making it the volume of an ink drop fill 2 or less pl and \*\*\*\*\* more preferably, the diameter of the ink drop breathed out reveals the above-mentioned effect more suitably, and high definition drawing of it is attained.

[0075]

As for the division frequency  $f$ , it is preferred to make it higher than image recording frequency, and it is still more preferred to make division frequency  $f$  into 10 or more times of image recording frequency. Here, image recording frequency is drive frequency, i.e., the applied frequency of the driver voltage of one pulse.

making division frequency  $f$  higher than image recording frequency -- the above-mentioned effect -- in addition, since the regurgitation of an ink drop is stabilized, a high definition picture can be formed and a still bigger effect can be acquired by making division frequency  $f$  into 10 or more times of image recording frequency.

[0076]

The ink jet recording method of this invention is two or more ink drops, and when they form one dot, it is preferred to carry out the regurgitation of the following ink drop so that it may lap



with the ink drop which reached the target on the recording medium P and may reach the target before fixing of the ink drop which reached the target on the recording medium P. Thus, the ink drop which reached the target previously, and the ink drop which reached behind can form one image dot more suitably by the union plastic surgery effect by surface tension by making the following ink drop reach the target in piles before fixing of the ink drop which reached the target on the recording medium P. Here, fixing of an ink drop is that carrier fluid of the ink drop which reached the target evaporates for example, or that the carrier fluid of an ink drop which reached the target is absorbed to a recording medium.

[0077]

It is preferred to control the number of drops of the ink drop which forms one dot according to the picture to record.

Thus, according to the size of the target image dot, concentration, etc., by controlling the number of drops of a regurgitation ink drop, gradation resolution can be improved more and high resolution and a high definition picture can be formed more.

[0078]

It is preferred to form one image dot by making five or more drops of ink drops reach the target in piles on the recording medium P.

By forming one image dot by five or more ink drops, more nearly circularly near shape is reproducible.

[0079]

Here, since the relative scan speed  $v$  and the division frequency  $f$  of \*\*\*\* in the ink jet recording method of this invention, and the diameter  $d$  of \*\*\*\* receive influence in various conditions, this invention can be carried out by choosing / controlling these suitably.

If the scan speed  $v$  becomes in the case of a line head and it will become in the case of the bearer rate of a recording medium, and a serial head, specifically, the scan speed of a head will be illustrated.

Since the diameter  $d$  of \*\*\*\* formed receives influence in the viscosity of ink, the electrical conductivity of ink, the surface tension of ink, the loading dose of ink, the driver voltage impressed to a discharge electrode, etc., it is controllable by adjusting one or more to these. Since the division frequency  $f$  of \*\*\*\* receives influence in the viscosity of ink, the electrical conductivity of ink, the surface tension of ink, the loading dose of ink, the driver voltage impressed to a discharge electrode, the bias voltage impressed to a recording medium, etc., it is controllable by adjusting these one or more.

The ink jet recording method of this invention can be enforced by choosing / controlling these suitably.

[0080]

For example, the diameter  $d$  of \*\*\*\* which sets  $a$  as 1.1-15 which are the above-mentioned

suitable range values, and is formed is from the above-mentioned formula 1, when the division frequency  $f$  of 2 micrometers and \*\*\*\* is 200 kHz,

$$v/f < axd$$

$$v/(200 \times 10^3) < (1.1-15) \times (2 \times 10^{-6})$$

$$v < (1.1-15) \times (2 \times 10^{-6}) \times (200 \times 10^3)$$

$$v < (4.4-60) 10^{-1} \times 0.5 - 6$$

Thus, the ink jet recording method of this invention is realizable by controlling the relative scan speed  $v$  according to the value of  $a$  to become 0.5-6 or less m/s.

Although the relative scan speed  $v$  is controlled by the above-mentioned example and it was made to fill the formula 1 with it, the diameter  $d$  of \*\*\*\* formed or the division frequency  $f$  of \*\*\*\* is controlled, and, of course, it may be made to fill the formula 1.

[0081]

When the diameter of impact of the ink drop on a recording medium is set to  $D$  and  $v$  and division frequency of \*\*\*\* are preferably set to  $f$  for relative movement speed, it is made to fill the following formula 2.

$$(v/f) < D \text{ Formula 2}$$

By performing image recording on the conditions with which such a formula 2 is filled, an ink drop can be made to be able to reach the target in piles suitably by the recording-medium  $P$  top, one image dot can be suitably formed by two or more ink drops, and the target image dot can be formed more suitably. Thus, since the target image dot can be formed more suitably, a high definition picture is recordable with high resolution.

[0082]

As long as the ink jet recording method of such this invention fulfills the above-mentioned conditions, a color picture or record of a monochrome picture may be sufficient as it.

Although it is natural, the thing in which it is preferred carrying out this invention in all the colors when recording a color picture is not limited to this, but is only one color and may enforce the ink jet recording method of this invention.

[0083]

As mentioned above, although the ink jet recording method of this invention was explained in detail, in the range which this invention is not limited to the above-mentioned embodiment, and does not deviate from the gist of this invention, what may make various kinds of improvement and change is natural.

[Brief Description of the Drawings]

[0084]

[Drawing 1](a) And (b) is a key map of an example of an ink-jet recording device which enforces the ink jet recording method of this invention.

[Drawing 2](a) - (d) is a key map for explaining the discharge electrode of the ink-jet recording device shown in drawing 1.

[Drawing 3](a) - (c) is a key map for explaining the ink jet recording method of this invention.

[Drawing 4]It is a key map for explaining the conventional electrostatic ink jet recording.

[Description of Notations]

[0085]

10 Ink-jet recording device

12 and 80 Head (ink jet)

14 Holding mechanism

16 Electrifying unit

20, 82 head substrates

22 Delivery board

24 and 84 Ink guide

26, 98 ink passages

28 Floating plate conducting

30 84a Tip end part

34 Insulating substrate

36 The 1st discharge electrode

38 The 2nd discharge electrode

40 Guard electrodes

42 Screening electrode

44, 46, 48, and 50 Insulating layer

52 and 96 Delivery

60 Electrode substrate

62 Insulation sheet

70 Scorotron electrifying device

72 Bias voltage source

86 Insulating substrate

88 Control electrode

92 DC-bias voltage source

94 Pulse voltage source

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-305962

(P2005-305962A)

(43) 公開日 平成17年11月4日 (2005.11.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/06	B 4 1 J 3/04 1 O 3 G	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/205	B 4 1 M 5/00 A	2 H 0 8 6
B 4 1 M 5/00	C O 9 D 11/00	4 J 0 3 9
C O 9 D 11/00	B 4 1 J 3/04 1 O 3 X	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-129699 (P2004-129699)	(71) 出願人	000005201
(22) 出願日	平成16年4月26日 (2004.4.26)		富士写真フイルム株式会社
		(74) 代理人	100080159
			弁理士 渡辺 望穂
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100112645
			弁理士 福島 弘薫
		(72) 発明者	小口 秀幸
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内
		(72) 発明者	井上 斉逸
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内

最終頁に続く

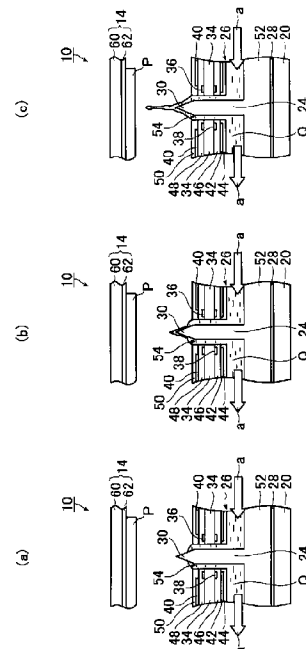
(54) 【発明の名称】 インクジェット記録方法

(57) 【要約】

【課題】 高画質、高解像度な画像を安定して記録することができるインクジェット記録方法を提供する。

【解決手段】 インクジェットヘッドにおいて色材を含有する荷電粒子を分散媒に分散してなるインクに静電力を作用させることにより、インクの曳糸を形成し、曳糸の分断によってインクの液滴を吐出させ、この液滴をインクジェットヘッドと相対的に移動する記録媒体上に着弾させ、画像ドットを形成することで記録を行うインクジェット記録方法であって、記録媒体と液滴を吐出させる吐出部との相対的な移動速度を  $v$ 、曳糸の分断周波数を  $f$ 、曳糸の直径を  $d$ 、とした場合に、 $(v/f) < (a \times d)$  を満たす。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

インクジェットヘッドにおいて色材を含有する荷電粒子を分散媒に分散してなるインクに静電力を作用させることにより、前記インクの曳糸を形成し、前記曳糸の分断によって前記インクの液滴を吐出させ、この液滴を前記インクジェットヘッドと相対的に移動する記録媒体上に着弾させ、画像ドットを形成することで記録を行うインクジェット記録方法であって、

前記記録媒体と前記液滴を吐出させる吐出部との相対的な移動速度を  $v$ 、前記曳糸の分断周波数を  $f$ 、前記曳糸の直径を  $d$ 、とした場合に、下記式

$$(v/f) < (a \times d)$$

10

ただし、 $a$  はインクの密度、飛翔液滴径、飛翔速度、表面張力、粘性により決定される係数、

を満たすことを特徴とするインクジェット記録方法。

## 【請求項 2】

前記係数  $a$  は、 $1.1$  以上  $1.5$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録方法。

## 【請求項 3】

前記曳糸の直径が  $10 \mu\text{m}$  以下、および、吐出される前記液滴の直径が  $20 \mu\text{m}$  以下の少なくとも一方を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のインクジェット記録方法。

20

## 【請求項 4】

前記曳糸の分断周波数は、前記液滴の吐出を制御する画像記録周波数よりも高いことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

## 【請求項 5】

前記曳糸の分断周波数は、前記液滴の吐出を制御する画像記録周波数の  $1.0$  倍以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

## 【請求項 6】

前記記録媒体上に着弾した液滴の定着前に、前記記録媒体上に着弾した液滴に重なって着弾するように次のインク液滴を吐出し、1つの画像ドットを形成することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

30

## 【請求項 7】

記録する画像に応じて1つのドットを形成する液滴の液滴数を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

## 【請求項 8】

5 滴以上の液滴を前記記録媒体上に重ねて着弾させることにより、1つのドットを形成することを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

色材を含有する荷電粒子を分散媒に分散してなるインクに静電力を作用させることにより、インクの液滴を吐出させるインクジェット記録方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

静電式のインクジェット記録は、例えば、色材を含み、かつ帯電した微粒子（以下、色材粒子とする）を分散してなるインク組成物（以下、インクとする）を用い、画像データに応じて、インクジェットヘッドの各々の吐出部に所定の電圧を印加することにより、静電力を利用してインクを吐出かつ制御し、画像データに対応した画像を記録媒体上に記録する。

## 【0003】

この静電式インクジェット記録装置としては、例えば特許文献 1 に開示のインクジェッ

50

ト記録装置が知られている。

図 4 に、特許文献 1 に開示される静電式インクジェット記録装置のインクジェットヘッドの概念図を示す。

【0004】

このインクジェットヘッド 80 は、ヘッド基板 82 と、インクガイド 84 と、絶縁性基板 86 と、制御電極 88 と、電極基板 90 と、DC バイアス電圧源 92 と、パルス電圧源 94 とを備えている。

絶縁性基板 86 には、インクを吐出するための吐出口（貫通孔）96 が形成される。この吐出口 96 の配列方向に延在してヘッド基板 82 が設けられ、吐出口の対応する位置のヘッド基板 82 上にはインクガイド 84 が配置される。インクガイド 84 は、吐出口 96 を貫通して、先端部分 84a が絶縁性基板 86 のヘッド基板 82 側と反対側の表面よりも上部に突出している。

10

【0005】

ヘッド基板 82 と絶縁性基板 86 とは所定の間隔を離して配置されており、両者の間にはインク Q の流路が形成されている。

制御電極 88 に印加される電圧と同極性に帯電した微粒子（色材粒子）を含むインク Q は図示していないインクの循環機構により、このインク流路 98 内を例えば図中右側から左側へ向かって循環され、各吐出口 96 にインクが供給される。

【0006】

制御電極 88 は、絶縁性基板 86 の記録媒体 P 側の面の表面に、吐出口 96 の周囲を囲むようにリング状に設けられている。また、制御電極 88 は、画像データに応じてパルス電圧を発生するパルス電圧源 94 に接続され、このパルス電圧源 94 は、DC バイアス電圧源 92 を介して接地されている。

20

このような静電式のインクジェット記録において、記録媒体 P は、好ましくは、スコロトロン帯電器等を利用する帯電装置によって、制御電極と逆の高電圧に帯電された状態で、接地された電極基板 90 の絶縁層 91 に保持される。

【0007】

このような静電式のインクジェット記録においては、制御電極 88 に電圧が印加されていない状態では、対向電極によるバイアス電圧とインク中の色材粒子とのクーロン引力、インク（分散媒）の粘性、表面張力、帯電粒子間の反発力、インク供給の流体圧力等が連

30

成して、図 4 に示すように、インクが吐出口（ノズル）96 から若干盛り上がったメニスカス形状となってバランスが取れている。

また、このクーロン引力等によって、色材粒子が泳動してメニスカス形状に移動し、すなわち、インクが濃縮された状態となっている。

【0008】

制御電極 88 に電圧が印加（吐出 ON）されると、バイアス電圧と駆動電圧とが重畳され、この結果、インク Q は記録媒体 P（対向電極）側に吸引されて、略円錐状のいわゆるテーパーコーンが形成される。

電圧印加開始後、時間が経過すると、色材粒子に作用するクーロン引力と分散媒の表面張力とのバランスが崩れ、曳糸と呼ばれる、直径数  $\mu\text{m}$  ～数十  $\mu\text{m}$  程度の細長いインク液柱が形成される。さらに時間が経過すると、特許文献 2 等を開示されているように、曳糸の先端が分断して、インクの液滴が記録媒体 P に向けて吐出され、吸引飛翔する。

40

【0009】

ここで、曳糸の分断は、インク吐出のためのパルス電圧の駆動周波数よりも遥かに高い周波数で発生する。すなわち、1 回のパルス電圧の印加時間内で、曳糸の分断が連続して多数回発生する。従って、記録媒体上における 1 ドットは、分離して吐出された微細な複数の液滴で形成される。

【0010】

静電式のインクジェットにおいては、通常、各制御電極 88 にパルス電圧を変調して印加することにより、吐出を ON/OFF して、インク液滴を変調して吐出し、記録画像に

50

応じたオンデマンドのインク液滴の吐出を行う。

【特許文献1】特開平10-138493号公報

【特許文献2】米国特許第4314263号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

このような静電式のインクジェットは、吐出部に対応して吐出電極を作成することができれば、各吐出部を分離するための独立したインク流路や隔壁等が不要である。いわゆるノズルレス構造であるため、インクジェットヘッドのコスト低減等を図ることができ、また、歩留りも高い。さらに、上記構造を有するために、吐出部でインク詰まり等が発生した際にも、簡単な処理で回復を図ることができる。

10

その反面、静電式のインクジェットでは、曳糸の分断等によって吐出されたインク液滴の着弾位置が不安定となるため、複数の液滴で形成されるドットが不安定、不均一となり、目的とする画質の画像を安定して得ることができないという問題点もある。

【0012】

本発明の目的は、上記問題点を解決することにより、静電式のインクジェット記録において、インク液滴の着弾位置の安定化、記録媒体上におけるドット径の安定化や調整を可能にして、高画質、高解像度な画像を安定して記録することができるインクジェット記録方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0013】

上記課題を解決するために、本発明では、インクジェットヘッドにおいて色材を含有する荷電粒子を分散媒に分散してなるインクに静電力を作用させることにより、前記インクの曳糸を形成し、前記曳糸の分断によって前記インクの液滴を吐出させ、この液滴を前記インクジェットヘッドと相対的に移動する記録媒体上に着弾させ、画像ドットを形成することで記録を行うインクジェット記録方法であって、前記記録媒体と前記液滴を吐出させる吐出部との相対的な移動速度を $v$ 、前記曳糸の分断周波数を $f$ 、前記曳糸の直径を $d$ 、とした場合に、下記式

$$(v/f) < (a \times d)$$

ただし、 $a$ はインクの密度、飛翔液滴径、飛翔速度、表面張力、粘性により決定される係数、

30

を満たすことを特徴とするインクジェット記録方法を提供する。

ここで、前記係数 $a$ は、1.1以上1.5以下であることが好ましい。

前記曳糸の直径が $10\mu\text{m}$ 以下、および、吐出される液滴の直径が $20\mu\text{m}$ 以下の少なくとも一方を満たすことが好ましい。

また、前記曳糸の分断周波数は、前記液滴の吐出を制御する画像記録周波数よりも高いことが好ましい。

また、前記曳糸の分断周波数は、前記液滴の吐出を制御する画像記録周波数の1.0倍以上であることが好ましい。

【0014】

40

さらに、前記記録媒体上に着弾した液滴の定着前に、前記記録媒体上に着弾した液滴に重なって着弾するように次の液滴を吐出し、1つの画像ドットを形成することが好ましい。

また、記録する画像に応じて1つのドットを形成するインク液滴の液滴数を制御することが好ましい。

また、5滴以上のインク液滴を前記記録媒体上に重ねて着弾させることにより、1つのドットを形成することが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

上記構成を有する本発明によれば、静電式のインクジェット記録において記録媒体上に

50

おけるインク液滴の着弾位置を安定化するため、吐出された複数の液滴で1つの画像ドットを好適に形成することが可能となり、記録媒体上におけるドット径の安定化や調整を可能として、目的とする径のドットを形成して画像記録を行うことができるので、高画質、高解像度な画像を安定して記録することができる。

また、本発明によれば、必要に応じてパルス幅変調による濃度制御やドット径制御を行うこともでき、より階調分解能が高く、また、より濃度安定性が高い、高画質、高解像度な画像を形成することも可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明のインクジェット記録方法について、添付の図面に示される好適実施形態を基に詳細に説明する。

【0017】

本発明のインクジェット記録方法は、色材を含有する荷電粒子（以下、色材粒子とする）をキャリア液（分散媒）に分散してなるインクを用い、このインクに静電力を作用させて吐出する、静電式のインクジェットによるものである。

【0018】

このようなインクに用いられるキャリア液は、高い電気抵抗率（ $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を有する誘電性の液体（非水溶媒）であるのが好ましい。キャリア液の電気抵抗が低いと、制御電極に印加される駆動電圧により、キャリア液自身が電荷注入を受けて帯電してしまい、色材粒子の濃縮がおこらない。また、電気抵抗の低いキャリア液は、隣接する制御電極間での電氣的導通を生じさせる懸念もあるため、本発明には不向きである。

【0019】

キャリア液として用いられる誘電性液体の比誘電率は、5以下が好ましく、より好ましくは4以下、さらに好ましくは3.5以下である。このような比誘電率の範囲とすることによって、キャリア液中の色材粒子に有効に電界が作用し、泳動が起こりやすくなる。

なお、このようなキャリア液の固有電気抵抗の上限値は $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度であるのが望ましく、比誘電率の下限値は1.9程度であるのが望ましい。キャリア液の電気抵抗が上記範囲であるのが望ましい理由は、電気抵抗が低くなると、低電界下でのインク液滴の吐出が悪くなるからであり、比誘電率が上記範囲であるのが望ましい理由は、誘電率が高くなると溶媒の分極により電界が緩和され、これにより形成されたドットの色が薄くなった

り、滲みを生じたりするからである。

【0020】

キャリア液として用いられる誘電性液体としては、好ましくは直鎖状もしくは分岐状の脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、または芳香族炭化水素、および、これらの炭化水素のハロゲン置換体がある。例えば、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、イソオクタン、デカン、イソデカン、デカリン、ノナン、ドデカン、イソドデカン、シクロヘキサン、シクロオクタン、シクロデカン、ベンゼン、トルエン、キシレン、メシチレン、アイソパーC、アイソパーE、アイソパーG、アイソパーH、アイソパーL、アイソパーM（アイソパー：エクソン社の商品名）、シェルゾール70、シェルゾール71（シェルゾール：シェルオイル社の商品名）、アムスコOMS、アムスコ460溶剤（アムスコ：スピリッツ社の商品名）、シリコーンオイル（例えば、信越シリコーン社製KF-96L）等を単独あるいは混合して用いることができる。

【0021】

このようなキャリア液に分散される色材粒子は、色材自身を色材粒子としてキャリア液中に分散させてもよいが、好ましくは、定着性を向上させるための分散樹脂粒子を含有させる。分散樹脂粒子を含有させる場合、顔料などは分散樹脂粒子の樹脂材料で被覆して樹脂被覆粒子とする方法などが一般的であり、染料などは分散樹脂粒子を着色して着色粒子とする方法などが一般的である。

【0022】

10

20

30

40

50



色材としては、従来からインクジェットインク組成物、印刷用（油性）インキ組成物、あるいは静電写真用液体现像剤に用いられている顔料および染料であればどれも使用可能である。

色材として用いる顔料としては、無機顔料、有機顔料を問わず、印刷の技術分野で一般に用いられているものを使用することができる。具体的には、例えば、カーボンブラック、カドミウムレッド、モリブデンレッド、クロムイエロー、カドミウムイエロー、チタンイエロー、酸化クロム、ビリジアン、コバルトグリーン、ウルトラマリンブルー、プルシアンブルー、コバルトブルー、アゾ系顔料、フタロシアニン系顔料、キナクリドン系顔料、イソインドリノン系顔料、ジオキサジン系顔料、スレン系顔料、ペリレン系顔料、ペリノン系顔料、チオインジゴ系顔料、キノフタロン系顔料、金属錯体顔料、等の従来公知の顔料を特に限定なく用いることができる。

10

色材として用いる染料としては、アゾ染料、金属錯塩染料、ナフトール染料、アントラキノロン染料、インジゴ染料、カーボニウム染料、キノンイミン染料、キサンテン染料、アニリン染料、キノリン染料、ニトロ染料、ニトロソ染料、ペンゾキノロン染料、ナフトキノロン染料、フタロシアニン染料、金属フタロシアニン染料、等の油性染料が好ましく例示される。

#### 【0023】

さらに、分散樹脂粒子としては、例えば、ロジン類、ロジン変性フェノール樹脂、アルキッド樹脂、（メタ）アクリル系ポリマー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド、ポリエチレン、ポリブタジエン、ポリスチレン、ポリ酢酸ビニル、ポリビニールアルコールのアセタール変性物、ポリカーボネート等を挙げられる。

20

これらのうち、粒子形成の容易さの観点から、重量平均分子量が2,000～10,000、000の範囲内であり、かつ多分散度（重量平均分子量／数平均分子量）が、1.0～5.0の範囲内であるポリマーが好ましい。さらに、前記定着の容易さの観点から、軟化点、ガラス転移点または、融点のいずれか1つが40℃～120℃の範囲内にあるポリマーが好ましい。

#### 【0024】

インクQにおいて、色材粒子の含有量（色材粒子あるいはさらに分散樹脂粒子の合計含有量）は、インク全体に対して0.5～30重量%の範囲で含有されることが好ましく、より好ましくは1.5～25重量%、さらに好ましくは3～20重量%の範囲で含有されることが望ましい。色材粒子の含有量が少なくなると、印刷画像濃度が不足したり、インクQと記録媒体P表面との親和性が得られ難くなって強固な画像が得られなくなったりするなどの問題が生じ易くなり、一方、含有量が多くなると均一な分散液が得られにくくなったり、インクジェットヘッド12等でのインクQの目詰まりが生じやすく、安定なインク吐出が得られにくいなどの問題が生じるからである。

30

#### 【0025】

また、キャリア液に分散された色材粒子の平均粒径は、0.1～5μmが好ましく、より好ましくは0.2～1.5μmであり、更に好ましくは0.4～1.0μmである。この粒径はCAPA-500（堀場製作所（株）製商品名）により求めたものである。

#### 【0026】

40

色材粒子をキャリア液に分散させた後（必要に応じて、分散剤を使用しても可）、荷電調整剤をキャリア液に添加することにより色材粒子を荷電して、荷電した色材粒子をキャリア液に分散してなるインクQとする。なお、色材粒子の分散時には、必要に応じて、分散剤を添加してもよい。

荷電調整剤は、一例として、電子写真液体现像剤に用いられている各種のものが利用可能である。また、「最近の電子写真現像システムとトナー材料の開発・実用化」139～148頁、電子写真学会編「電子写真技術の基礎と応用」497～505頁（コロナ社、1988年刊）、原崎勇次「電子写真」16（No.2）、44頁（1977年）等に記載の各種の荷電調整剤も利用可能である。

#### 【0027】

50

なお、色材粒子は、後述する制御電極に印加される駆動電圧と同極性であれば、正電荷および負電荷のいずれに荷電したものであってもよい。

また、色材粒子の荷電量は、好ましくは  $5 \sim 200 \mu\text{C/g}$ 、より好ましくは  $10 \sim 150 \mu\text{C/g}$ 、さらに好ましくは  $15 \sim 100 \mu\text{C/g}$  の範囲である。

#### 【0028】

また、荷電調整剤の添加によって誘電性溶媒の電気抵抗が変化することもあるため、下記に定義する分配率  $P$  を、好ましくは  $50\%$  以上、より好ましくは  $60\%$  以上、さらに好ましくは  $70\%$  以上とする。

$$P = 100 \times (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$$

ここで、 $\sigma_1$  は、インク  $Q$  の電気伝導度、 $\sigma_2$  は、インク  $Q$  を遠心分離器にかけた上澄みの電気伝導度である。電気伝導度は、LCRメーター（安藤電気（株）社製 AG-4311）および液体用電極（川口電機製作所（株）社製 LP-05 型）を使用し、印加電圧  $5\text{V}$ 、周波数  $1\text{kHz}$  の条件で測定を行った値である。また遠心分離は、小型高速冷却遠心機（トミー精工（株）社製 SRX-201）を使用し、回転速度  $14500\text{rpm}$ 、温度  $23^\circ\text{C}$  の条件で  $30$  分間行った。

以上のようなインク  $Q$  を用いることによって、色材粒子の泳動が起こりやすくなり、濃縮しやすくなる。

#### 【0029】

インク  $Q$  の電気伝導度は、 $100 \sim 3000\text{pS/cm}$  が好ましく、より好ましくは  $150 \sim 2500\text{pS/cm}$ 、さらに好ましくは  $200 \sim 2000\text{pS/cm}$  である。以上のような電気伝導度の範囲とすることによって、吐出電極に印加する電圧が極端に高くなり、隣接する記録電極間での電氣的導通を生じさせる懸念もない。

また、インク  $Q$  の表面張力は、 $15 \sim 50\text{mN/m}$  の範囲が好ましく、より好ましくは  $15.5 \sim 45\text{mN/m}$  さらに好ましくは  $16 \sim 40\text{mN/m}$  の範囲である。表面張力をこの範囲とすることによって、吐出電極に印加する電圧が極端に高くなり、ヘッド周りにインクが漏れ広がり汚染することがない。

さらに、インク  $Q$  の粘度は  $0.5 \sim 5\text{mPa}\cdot\text{s}$  が好ましく、より好ましくは  $0.6 \sim 3.0\text{mPa}\cdot\text{s}$ 、さらに好ましくは  $0.7 \sim 2.0\text{mPa}\cdot\text{s}$  である。

#### 【0030】

このようなインク  $Q$  は、一例として、色材粒子をキャリア液に分散して粒子化し、かつ、荷電調整剤を分散媒に添加して、色材粒子に荷電を生じさせることで、調製できる。具体的方法としては、以下の方法が例示される。

（１）色材あるいはさらに分散樹脂粒子をあらかじめ混合（混練）した後、必要に応じて分散剤を用いてキャリア液に分散し、荷電調整剤を加える方法。

（２）色材、あるいはさらに分散樹脂粒子および分散剤を、キャリア液に同時に添加して、分散し、荷電調整剤を加える方法。

（３）色材および荷電調整剤、あるいはさらに分散樹脂粒子および分散剤を、同時にキャリア液に添加して、分散する方法。

#### 【0031】

前述のように、本発明のインクジェット記録方法は、色材粒子をキャリア液に分散してなるこのようなインクに、静電力を作用させてインク液滴  $R$ （液滴）を吐出させる、静電式のインクジェット記録に関するものである。

図 1 に、本発明のインクジェット記録方法を実施する静電式のインクジェット記録装置の一例を概念的に示す。なお、図 1 において、（a）は（部分断面）斜視図、（b）は部分断面図である。

#### 【0032】

図 1 に示すインクジェット記録装置 10（以下、記録装置 10 とする）は、インクジェットヘッド 12（以下、ヘッド 12 とする）と、記録媒体  $P$  の保持手段 14 と、帯電ユニット 16 とを有して構成される。この記録装置 10 においては、帯電ユニット 16 によって記録媒体  $P$  にバイアス電位を帯電させた後に、ヘッド 12 と記録媒体  $P$  とを対面した状

10

20

30

40

50

態で、ヘッド 1 2 と保持手段 1 4 とを相対的に移動すると共に、記録画像に応じてヘッド 1 2 の各吐出部を変調駆動して、インク液滴 R をオンデマンドで吐出することにより、記録媒体 P に目的とする画像を記録する。

#### 【0033】

ヘッド 1 2 は、インク Q に、静電力を作用させてインク液滴 R として吐出する、静電式インクジェットヘッドで、ヘッド基板 2 0 と、吐出口基板 2 2 と、インクガイド 2 4 とを備えている。

また、ヘッド基板 2 0 と吐出口基板 2 2 は、互いに対面して所定の間隔離間して配置され、その間に、各吐出口にインク Q を供給するためのインク流路 2 6 が形成される。インク Q は、第 1 吐出電極 3 6 および第 2 吐出電極 3 8 に印加される制御電圧と同極性に帯電した色材粒子を含み、記録時には、インク流路 2 6 内を所定方向に所定の速度（例えば、200 mm/s のインク流）で循環される。

10

#### 【0034】

ヘッド基板 2 0 は、全ての吐出部に共通なシート状の絶縁性基板であり、その表面には、電氣的にフローティング状態である浮遊導電板 2 8 が設けられている。

浮遊導電板 2 8 には、画像の記録時に、後述する吐出部の制御電極に印加される制御電圧の電圧値に応じて誘起される誘導電圧が発生する。また、誘導電圧の電圧値は稼動チャンネル数に応じて自動的に変化する。この誘導電圧により、インク流路 2 6 内のインク Q に含まれる色材粒子は付勢されて吐出口基板 2 2 側に泳動し、すなわち、後述する吐出口 4 8 のインクが、より好適に濃縮される。

20

#### 【0035】

なお、浮遊導電板 2 8 は必須の構成要素ではなく、必要に応じて適宜設けるのが好ましい。また、浮遊導電板 2 8 は、インク流路 2 6 よりもヘッド基板 2 0 側に配置されていればよく、例えばヘッド基板 2 0 の内部に配置してもよい。また、浮遊導電板 2 8 は、吐出部が配置される位置よりもインク流路 2 6 の上流側に配置される方が好ましい。また、浮遊導電板 2 8 に所定の電圧を印加するようにしても良い。

#### 【0036】

他方、吐出口基板 2 2 は、ヘッド基板 2 0 と同様に全ての吐出部に共通なシート状の絶縁性基板であり、絶縁性基板 3 4 と、第 1 吐出電極 3 6 と、第 2 吐出電極 3 8 と、ガード電極 4 0 と、シールド電極 4 2、絶縁層 4 4、4 6、4 8、5 0 とを備えている。また、吐出口基板 2 2 には、各インクガイド 2 4 に対応する位置に、インクの吐出口 5 4 が貫通して開口している。

30

前述のように、ヘッド基板 2 0 と吐出口基板 2 2 とは離間して配置され、その間にインク流路 2 6 が形成される。

#### 【0037】

第 1 吐出電極 3 6 および第 2 吐出電極 3 8 は、それぞれ絶縁性基板 3 4 の図中上面および下面の表面に、各々の吐出部に対応する吐出口 5 4 の周囲を囲むようにリング状に設けられた円形電極である。絶縁性基板 3 4 および第 1 吐出電極 3 6 の表面には、その表面を保護すると共に平坦化する絶縁層 4 8 が被覆され、同様に、絶縁性基板 3 4 および第 2 吐出電極 3 8 の表面には、その表面を平坦化するための絶縁層 4 6 が被覆されている。

40

なお、第 1 吐出電極 3 6 および第 2 吐出電極 3 8 はリング状の円形電極に限定されず、インクガイド 2 4 に臨むように配置される電極であれば、例えば略円形電極、分割円形電極、平行電極、略平行電極など、どのような形状であっても良い。

#### 【0038】

図 2 (a) に示すように、ヘッド 1 2 において、インクガイド 2 4、第 1 吐出電極 3 6 および第 2 吐出電極 3 8、吐出口 5 4 等で構成される各吐出部は、マトリクス状に二次元的に配置されている。

図 2 (b) に示すように、ヘッド 1 2 は、列方向（主走査方向）に配置された 3 行（A 行、B 行、C 行）の吐出部を有する。なお、図 2 においては、行方向（副走査方向）に 5 個（1 列、2 列、3 列、4 列、5 列）の、計 15 個のマトリクス状に配置された吐出部を

50

示している（図 2（c）参照）。

【0039】

図 2（b）に示すように、同じ列に配置された吐出部の第 1 吐出電極 36 は、相互に接続されている。また、図 2（c）に示すように、同じ行に配置された吐出部の第 2 吐出電極 38 は、相互に接続されている。

さらに、図示は省略するが、第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 は、それぞれ、インク液滴 R を吐出（各電極を駆動）するためのパルス電圧を出力するパルス電源に接続されている。

【0040】

各行の吐出部は、行方向に対して所定の間隔を離して配置される。

10

また、B 行目の吐出部は、A 行目の吐出部に対して、列方向に所定の間隔を有し、かつ、行方向に対して、それぞれ A 行目の吐出部と C 行目の吐出部との間に配置されている。同様に、C 行目の吐出部は、B 行目の 5 個の吐出部に対して、列方向に所定の間隔を離して、かつ、行方向に対して、それぞれ B 行目の吐出部と A 行目の吐出部との間に配置されている。

このように、各行 A、B、C に含まれる各吐出部を、それぞれ行方向にずらして配置することにより、記録媒体 P に記録される 1 行は行方向に 3 分割される。

【0041】

画像の記録時には、同一列に配置された第 1 吐出電極 36 は同時かつ同一電圧レベルに駆動される。同様に、同一行に配置された 5 個の第 2 吐出電極 38 は同時かつ同一電圧レベルに駆動される。

20

また、記録媒体 P に記録される 1 行は、行方向に対して、第 2 吐出電極 38 の行数に相当する 3 つのグループに分割され、時分割で順次駆動される。例えば、図 2 に示す例の場合、第 2 吐出電極 38 の A 行目、B 行目、C 行目を所定のタイミングで順次記録することにより、記録媒体 P 上に 1 行分の画像が記録可能な状態になる。また、これに同期して、第 1 吐出電極 36 を画像データ（記録画像）に応じて変調駆動して、インク液滴 R の吐出を ON/OFF することにより、画像を記録する。

従って、図示例においては、記録媒体 P とヘッド 12 とを、列方向（主走査方向）に相対的に移動しつつ画像記録を行うことにより、行方向（副走査方向）に各行の有する記録密度の 3 倍の記録密度の画像記録を行うことができる。

30

【0042】

なお、制御電極は、第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 の 2 層電極構造に限定されず、単層電極構造でもよいし、3 層以上の電極構造としても良い。

【0043】

ガード電極 40 は、全ての吐出部に共通なシート状の電極であり、図 2（a）に示すように、各々の吐出部の吐出口 54 の周囲に形成された第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 に相当する部分がリング状に開口している。また、絶縁層 48 およびガード電極 40 の表面には、その表面を保護するとともに、平坦化する絶縁層 50 が被覆されている。ガード電極 40 は所定の電圧が印加されており、隣接する吐出部のインクガイド 24 の間に生じる電界干渉を抑制する役割を果たす。

40

【0044】

また、絶縁層 46 のインク流路 26 側に設けられたシールド電極 42 も、すべての吐出部に共通なシート状の電極であり、図 2（d）に示すように、各々の吐出部の吐出口 54 の周囲に形成された第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 の内径に相当する部分まで設けられている。シールド電極 42 のインク流路 26 側はその表面を保護すると共に平坦化する絶縁層 48 が被覆されている。シールド電極 42 は、第 1 吐出電極 36 または、第 2 吐出電極 38 からのインク流路 26 方向への反発電界を遮蔽する役目を果たす。

なお、ガード電極 40 と、シールド電極 42 は必須の構成要素ではないのでなくてもよいが、配置した方がよいのはもちろんである。

【0045】

50

インクガイド 24 は、凸状の先端部分 30 を持つ所定厚みのセラミック製平板である。図示例においては、同一行の吐出部のインクガイド 24 は、ヘッド基板 20 上の浮遊導電板 28 の上に配置された同じ支持体 52 の上に所定の間隔で配置される。インクガイド 24 は、吐出口基板 22 に開口された吐出口 54 を貫通し、先端部分 30 を吐出口基板 22 の記録媒体 P 側の最表面（絶縁層 50 の図中上側の表面）よりも上部に突出している。

【0046】

インクガイド 24 の先端部分 30 は、記録媒体 P の保持手段 14 に向かって、漸次、細くなる略三角形（ないしは台形状）に成形されている。

なお、先端部分（最先端部）30 は、金属が蒸着されているのが好ましい。この先端部分 30 の金属蒸着は必須の要素ではないが、これにより、先端部分 30 の誘電率が実質的に大きくなり、強電界を生じさせ易くできるという効果がある。

10

【0047】

なお、インクガイド 24 の形状は、インク Q 内の色材粒子を先端部分 30 に向けて泳動（すなわちインク Q を濃縮）させることができれば、特に制限的ではなく、例えば先端部分 30 は凸状でなくても良い等、自由に変更してもよい。また、インクの濃縮を促進するために、毛細管現象によってインク Q を先端部分 30 に集めるインク案内溝となる切り欠きを、インクガイド 24 の中央部分に図中上下方向に沿って形成しても良い。

【0048】

記録媒体 P の保持手段 14 は、電極基板 60 と絶縁シート 62 とを備えており、ヘッド 12 と対面するように、インクガイド 24 の先端部分 30 に対して所定の間隔（例えば、200～1000  $\mu\text{m}$ ）を有して配置される。

20

電極基板 60 は接地され、絶縁シート 62 は、電極基板 60 のインクガイド 24 側の表面に配置されている。記録時には、記録媒体 P は絶縁シート 62 の表面に保持され、すなわち、保持手段 14（絶縁シート 62）は、記録媒体 P のプラテンとして機能する。

【0049】

帯電ユニット 16 は、記録媒体 P を負の高電圧に帯電させるためのスコロトロン帯電器 70 と、スコロトロン帯電器 70 に負の高電圧を供給するバイアス電圧源 72 とを備えている。

スコロトロン帯電器 70 は、記録媒体 P の表面に対向する位置に所定の間隔を離して配置されている。また、バイアス電圧源 72 の負側の端子はスコロトロン帯電器 70 に接続され、その正側の端子は接地されている。

30

【0050】

なお、帯電ユニット 16 の帯電手段は、スコロトロン帯電器 70 に限定されず、コロトロン帯電器、固体チャージャなどの従来公知の種々の帯電手段を用いることができる。

【0051】

画像の記録時には、絶縁シート 62 すなわち記録媒体 P の表面は、帯電ユニット 16 によって、第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 に印加される高電圧と逆極性の所定の負の高電圧、例えば -1500 V に帯電される。その結果、記録媒体 P は、第 1 吐出電極 36 または第 2 吐出電極 38 に対して負の高電圧にバイアスされるとともに、保持手段 14 の絶縁シート 62 に静電吸着される。

40

すなわち、図示例の記録装置 10 においては、記録媒体 P が静電式のインクジェット記録における対向電極として作用する。

【0052】

なお、保持手段 14 を電極基板 60 と絶縁シート 62 とで構成し、記録媒体 P を、帯電ユニット 16 によって負の高電圧に帯電させることにより絶縁シート 62 の表面に静電吸着させているが、これに限定されず、保持手段 14 を電極基板 60 のみで構成し、保持手段 14（電極基板 60 自体）をバイアス電圧 72 に接続して負の高電圧に常時バイアスしておき、電極基板 60 の表面に記録媒体 P を静電吸着させるようにしても良い。

【0053】

また、記録媒体 P の保持手段 14 への静電吸着と、記録媒体 P への負のバイアス高電圧

50

の印加または保持手段 14 への負のバイアス高電圧の印加とを別々の負の高電圧源によって行っても良いし、保持手段 14 による記録媒体 P の支持は、記録媒体 P の静電吸着に限られず、他の支持方法や支持手段を用いても良い。

【0054】

このようなヘッド 12 は、最大サイズの記録媒体 P の一辺に対応する吐出部の列を行方向に有するラインヘッドであり、保持手段 14 に保持された記録媒体 P は、この行方向と直交する列方向に搬送（主走査）され、記録媒体 P の全面が吐出部によって走査され、記録媒体 P の全面が吐出部によって走査され、インク液滴 R が着弾して画像が記録される。

【0055】

記録媒体の搬送手段としては、上述のように絶縁シート 62 上に記録媒体 P を静電吸着させ、絶縁シート 62 を主走査方向に搬送することで記録媒体 P を搬送する。なお、後述で詳細に説明するが、本実施形態では、インクジェットヘッド 12 は固定され、記録媒体 P を主走査方向に搬送させて画像の記録を行うので、この記録媒体 P を搬送する速度が、相対的な移動速度となる。

ここで、搬送方法は、上記形態に限定されず、従来公知の搬送手段が使用できる。

また、本発明のインクジェット記録方法は、このようなラインヘッドを用いるものに限定はされず、記録媒体 P を断続的に搬送しつつ、この搬送に同期して、ヘッドを搬送方向と直交する方向に走査する、いわゆるシャトルタイプのヘッドを用いるインクジェット記録であってもよい。

【0056】

図示例のヘッド 12 は、第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 を有し、両者にパルス電圧が印加された状態（両電極が駆動された状態）になると、インク液滴 R が吐出される。

ここで、第 2 吐出電極 38 は、前述のように、所定のタイミングで 1 行ずつ順番に高電圧レベル（例えば、400～600V）またはハイインピーダンス状態（オン状態）とされ、残りの全ての第 2 吐出電極 38 は接地レベル（接地状態：オフ状態）に駆動される。また、第 1 吐出電極 36 は、全ての列が同時に、画像データに応じて、列単位で高電圧レベルまたは接地レベルに駆動される。これにより、各々の吐出部におけるインクの吐出／非吐出が制御される。

【0057】

すなわち、第 2 吐出電極 38 が高電圧レベルまたはハイインピーダンス状態で、かつ第 1 吐出電極 36 が高電圧レベルの場合にはインク Q がインク液滴 R として吐出され、第 1 吐出電極 36 および第 2 吐出電極 38 の少なくとも一方が接地レベルの場合にはインクは吐出されない。

そして、各々の吐出部から吐出されたインク液滴 R は、負の高電位に帯電された記録媒体 P に引き寄せられ、記録媒体 P の所定位置に付着して画像が形成される。

従って、この際には、インク液滴 R の吐出のための制御電極の駆動周波数は、第 1 吐出電極 36 の駆動周波数となる。

【0058】

上記のように、下層の第 2 吐出電極 38 の行を順次オンし、画像データに応じて、上層の第 1 吐出電極 36 をオン／オフした場合、第 1 吐出電極 36 が画像データに応じて駆動されるため、列方向のそれぞれの吐出部を中心として、その両側の吐出部では、第 1 吐出電極 36 が高電圧レベルまたは接地レベルに頻繁に変化する。この場合、画像の記録時にガード電極 40 を所定のガード電位、例えば接地レベル等にバイアスすることにより、隣接する吐出部の電界の影響を排除することができる。

【0059】

なお、図示例のヘッド 12 においては、別の実施形態として、第 1 吐出電極 36 と第 2 吐出電極 38 とを逆の状態、すなわち第 1 吐出電極 36 を 1 列毎に順次駆動し、画像データに応じて、第 2 吐出電極 38 を駆動することも可能である。

【0060】

10

20

30

40

50

この場合、列方向は、第1吐出電極36の1列毎に駆動され、列方向のそれぞれの吐出部を中心として、その両側の列の吐出部の第1吐出電極36は常に接地レベルになるため、この両側の列の吐出部の第1吐出電極36がガード電極の役割を果たす。このように、上層の第1吐出電極36で各列を順次オンし、画像データに応じて下層の第2吐出電極38を駆動する場合には、ガード電極40を設けなくても、隣接する吐出部の影響を排除し、記録品質を向上させることができる。

#### 【0061】

ヘッド12では、第1吐出電極36または第2吐出電極38の一方、または両方で、インク吐出／非吐出の制御を行うかは何ら制限的ではない。すなわち、制御電極側のインク吐出／非吐出の時の電圧値と記録媒体P側の電圧値との差分が所定値よりも大きい場合にはインクが吐出され、所定値よりも小さい場合にはインクが吐出されないように、制御電極側および記録媒体P側の電圧を適宜設定すればよい。

10

#### 【0062】

また、この態様では、インク中の色材粒子を正帯電させ、記録媒体側を負の高電圧に帯電させているが、これに限定されず、逆に、インク中の色材粒子を負に帯電させ、記録媒体P側を正の高電圧に帯電させても良い。このように、色材粒子の極性を上記の実施形態と逆にする場合には、記録媒体Pの帯電ユニット16、各々の吐出部の第1吐出電極36および第2吐出電極38への印加電圧極性等を上記の例と逆にすれば良い。

#### 【0063】

以下、記録装置10におけるインク液滴Rの吐出の作用を説明することにより、本発明の静電式インクジェット記録方法について、詳細に説明する。

20

なお、以下の例では、インクQに分散される色材粒子は正荷電しており、従って、インク液滴Rを吐出するために第1吐出電極36および第2吐出電極38には正の電圧が印加され、記録媒体Pには負のバイアス電圧が帯電される。

#### 【0064】

画像の記録時には、インクQが、図示していないインクの循環機構により、インク流路26内を図中右側から左側（図1中矢印a方向）に向かって所定の速度で循環される。

一方、記録媒体Pは、帯電ユニット16により、負の高電位（例えば、 $-1500\text{V}$ ）に帯電され、保持手段14の絶縁シート62に静電吸着されつつ、例えば、搬送手段（図示省略）により、図中紙面奥手側に所定の速度で搬送される。すなわち、記録媒体Pは、 $-1500\text{V}$ のバイアス電圧が帯電した、対向電極となっている。

30

#### 【0065】

このバイアス電圧のみが印加されている状態では、インクQには、バイアス電圧とインクQの色材粒子の荷電とのクーロン引力、色材粒子間のクーロン反発力、キャリア液の粘性、表面張力、誘電分極力等が作用し、これらが連成して、色材粒子やキャリア液が移動し、図3（a）に概念的に示すように、吐出口48から若干盛り上がったメニスカス形状となってバランスが取れている。

また、このクーロン引力等によって、色材粒子は、いわゆる電気泳動でバイアス電圧が帯電された記録媒体Pに向かって移動する。すなわち、吐出口54のメニスカスにおいては、インクQが濃縮された状態となっている。

40

#### 【0066】

この状態から、インク液滴Rを吐出するためのパルス電圧が印加される（吐出ON）。すなわち、図示例においては、第1吐出電極36および第2吐出電極38に、それぞれに対応するパルス電源から100～600V程度のパルス電圧が印加され、電極を駆動して、吐出を行う。

これにより、バイアス電圧にパルス電圧が重畳され、先の連成に、さらにこのパルス電圧の重畳によって連成された運動が起こり、電気泳動によって色材粒子およびキャリア液がバイアス電圧（対向電極）側すなわち記録媒体P側に引っ張られ、図3（b）に概念的に示すように、メニスカスが成長して、その上部から略円錐状のインク液柱いわゆるテーラーコーンが形成される。また、先と同様に、色材粒子は電気泳動によってメニスカスに

50

移動しており、メニスカスのインク Q は濃縮され、色材粒子を多数有する、ほぼ均一な高濃度状態となっている。

#### 【0067】

パルス電圧の印加開始後、さらに有限な時間が経過すると、色材粒子の移動等により、電界強度の高いメニスカスの先端部分で、主に色材粒子とキャリア液の表面張力とのバランスが崩れ、メニスカスが急激に伸びて、図 3 (c) に概念的に示すように、曳糸と呼ばれる、細長いインク液柱が形成される。

さらに有限な時間が経過すると、曳糸の成長、レイリー／ウエーバー不安定性によって発生する振動、メニスカス内における色材粒子の分布不均一、メニスカスにかかる静電界の分布不均一等の相互作用によって曳糸が分断され、インク液滴 R となって吐出／飛翔し、かつ、バイアス電圧にも引っ張られて、記録媒体 P に着弾する。

10

曳糸の成長および分断は、さらにメニスカス（曳糸）への色材粒子の移動は、パルス電圧の印加中は連続して発生する。すなわち、曳糸が形成されている間は、断続的にインク液滴 R は、記録媒体 P に向かって飛翔している。また、パルス電圧の印加を終了した時点（吐出 OFF）で、色材粒子およびキャリア液を記録媒体 P 側に引っ張る力が弱くなり、形成された曳糸は小さくなっていき、所定時間が経過すると、バイアス電圧のみが印加された図 3 (a) のメニスカスの状態に戻る。

#### 【0068】

以上の説明から明らかなように、静電式インクジェットでは、パルス電圧（駆動電圧）を印加すると、曳糸が形成され、分断されることにより、インク液滴は吐出し、多数の微細なインク液滴を記録媒体 P 上に着弾させることで、記録媒体 P 上に画像 1 ドットが形成される。

20

#### 【0069】

ここで、本発明のインクジェット記録方法においては、相対的な速度を  $v$ 、曳糸の分断周波数を  $f$ 、曳糸の直径を  $d$  とした場合に、下記式 1 を満たすようにする。

$$(v/f) < (a \times d) \quad \text{式 1}$$

ここで、式 1 中の  $a$  は、例えばインクの密度、飛翔液滴径、飛翔速度、表面張力、粘性等によって、適宜決定される係数である。また、インクの密度、飛翔液滴径、飛翔速度、表面張力、粘性等は、例えば温度等によって変化する。

#### 【0070】

30

ここで、相対的な移動速度  $v$  とは、記録時の記録媒体 P とインクジェットヘッド 12 との相対的な移動速度であり、本実施形態では、上述のように、インクジェットヘッド 12 が固定され、記録媒体 P が搬送されるので、記録媒体 P の搬送速度（絶縁シート 62 の移動速度）となる。また、シリアルヘッドの場合は、記録時は、記録媒体は固定され、ヘッドが走査されるので、そのヘッドの走査速度が相対的な移動速度となる。

また、曳糸の直径  $d$  は、曳糸の中間点直径、すなわち曳糸先端とテララーコーン先端部であった部分との中間点の直径である。

ここで、曳糸の直径は、曳糸の分断が行われている間は、常に式 1 を満たしていることが好ましい。

#### 【0071】

40

前述のように、静電式のインクジェットでは、1 パルスの駆動電圧の印加によって複数のインク液滴を吐出して、この複数のインク液滴で記録媒体 P 上における 1 ドットを形成する。このように、複数のインク液滴で 1 つのドットを形成するためには、着弾したインク液滴に次のインク液滴が重なるように吐出をしなければならないが、吐出させるインク液滴は非常に微小であるため、着弾位置が安定せず、着弾したインク液滴が記録媒体 P 上で重ならず、好適に 1 つの画像ドットを形成することができず、結果として、画質が低下してしまう。

#### 【0072】

これに対し、上述のように式 1 を満たす条件でインク液滴の吐出を行うことで、吐出されたインク液滴の着弾位置が安定する。

50



その結果、インク液滴を記録媒体 P 上に好適に重ねて着弾させることができ、1つの画像ドットを複数のインク液滴で好適に形成し、目的とする画像ドットを形成することができる。このように、本発明のインクジェット記録方法によって、目的とする画像ドットを形成することができるので、高解像度で、高画質な画像を記録することができる。

また、微細な複数のインク液滴で1つの画像ドットを形成することで、飛翔中に溶媒蒸発が促進し、記録媒体 P 上でのにじみを防止することができる。

#### 【0073】

ここで、本発明のインクジェット記録方法においては、式1中の  $a$  を、 $1.1$  以上  $1.5$  以下とすることが好ましい。

本発明のインクジェット記録方法では、画質的に、記録媒体に着弾するドットの半分が重なるのが好ましい。ここで、ドットの着弾する時間間隔は  $1/f$  であるので、この間にインクジェットヘッドと記録媒体とが相対的に移動する距離は  $v/f$  である。従って、着弾した液滴のドットの直径を  $D$  とすると、

$$D/2 > v \times (1/f)$$

となる。ここで、着弾した液滴のドットの直径  $D$  は、着弾直前のインク液滴の径  $d'$  によって大きく支配される。形成される曳糸の直径  $d$ 、曳糸の分断周波数  $f$ 、曳糸の成長速度は、様々な値を取り得るが、本発明者らの検討によれば、一般的な範囲を考慮すると、着弾直前のインクの液滴の直径  $d'$  は、 $d' = 2d \sim 10d$  の範囲にあると考えられ、さらに、着弾した液滴のドットの直径  $D$  は、 $D = 1.1d' \sim 3d'$  の範囲にあると考えられる。

前記式、およびこれらの数値から、

$$v/f < (1.1 \sim 1.5)d$$

となり、従って、式1中の係数  $a$  を  $1.1 \sim 1.5$  とすることにより、上記効果をより好適に発現して、より高画質な描画が可能となる。

#### 【0074】

また、形成される曳糸の直径  $d$  を  $10 \mu\text{m}$  以下、および/または、吐出されるインク液滴の直径が  $20 \mu\text{m}$  以下、より好ましくはインク液滴の体積が  $2 \text{pl}$  以下、のいずれか一方を満たすようにすることによっても、上記効果をより好適に発現して、より高画質な描画が可能となる。

#### 【0075】

さらに、分断周波数  $f$  は、画像記録周波数よりも高くすることが好ましく、さらに、分断周波数  $f$  を画像記録周波数の  $10$  倍以上とすることがより好ましい。ここで、画像記録周波数とは、駆動周波数、すなわち1パルスの駆動電圧の印加周波数である。

分断周波数  $f$  を画像記録周波数よりも高くすることで、上記効果に加えて、インク液滴の吐出が安定するため、より高画質な画像を形成することができ、分断周波数  $f$  を画像記録周波数の  $10$  倍以上とすることで、さらに、大きな効果を得ることができる。

#### 【0076】

本発明のインクジェット記録方法は、複数のインク液滴で、1つのドットを形成する際に、記録媒体 P 上に着弾したインク液滴の定着前に、記録媒体 P 上に着弾したインク液滴と重なって着弾するように次のインク液滴を吐出することが好ましい。

このように、記録媒体 P 上に着弾したインク液滴の定着前に、次のインク液滴を重ねて着弾させることによって、先に着弾したインク液滴と後に着弾したインク液滴が、表面張力による合体整形効果によって、より好適に1つの画像ドットを形成することができる。ここで、インク液滴の定着とは、例えば、着弾したインク液滴の分散媒が蒸発すること、または、着弾したインク液滴の分散媒が記録媒体へ吸収されることである。

#### 【0077】

また、記録する画像に応じて1つのドットを形成するインク液滴の液滴数を制御することが好ましい。

このように、目的とする画像ドットの大きさ、濃度等に応じて、吐出インク液滴の液滴数を制御することによって、階調分解能をより向上でき、より高解像度、高画質な画像を

形成することができる。

#### 【0078】

さらに、5滴以上のインク液滴を記録媒体P上に重ねて着弾させることで1つの画像ドットを形成することが好ましい。

5つ以上のインク液滴で1つの画像ドットを形成することにより、より円形に近い形状を再現することができる。

#### 【0079】

ここで、本発明のインクジェット記録方法での、相対的な走査速度  $v$ 、曳糸の分断周波数  $f$ 、曳糸の直径  $d$  は、様々な条件に影響を受けるので、これらを適宜、選択／制御することにより、本発明を実施することができる。

10

具体的には、走査速度  $v$  は、ラインヘッドの場合ならば記録媒体の搬送速度、シリアルヘッドの場合ならばヘッドの走査速度が例示される。

また、形成される曳糸の直径  $d$  は、インクの粘度、インクの電気伝導度、インクの表面張力、インクの荷電量、および、吐出電極に印加する駆動電圧等に影響を受けるので、これらに1つ以上を調節することによって、制御することができる。

さらに、曳糸の分断周波数  $f$  は、インクの粘度、インクの電気伝導度、インクの表面張力、インクの荷電量、吐出電極に印加する駆動電圧、および、記録媒体に印加するバイアス電圧等に影響を受けるので、これらの1つ以上を調節することによって、制御することができる。

これらを、適宜、選択／制御することにより、本発明のインクジェット記録方法が実施

20

#### 【0080】

例えば、 $a$  を前述の好適な範囲な値である1. 1～1.5に設定し、形成される曳糸の直径  $d$  が  $2\ \mu\text{m}$ 、曳糸の分断周波数  $f$  が  $200\ \text{kHz}$  の場合、上記式1より、

$$\begin{aligned} v / f &< a \times d \\ v / (200 \times 10^3) &< (1.1 \sim 1.5) \times (2 \times 10^{-6}) \\ v &< (1.1 \sim 1.5) \times (2 \times 10^{-6}) \times (200 \times 10^3) \\ v &< (4.4 \sim 60) \times 10^{-1} \div 0.5 \sim 6 \end{aligned}$$

このように、 $a$  の値に応じて、相対的な走査速度  $v$  を  $0.5 \sim 6\ \text{m/s}$  以下となるように制御することで、本発明のインクジェット記録方法を実現することができる。

30

なお、上記例では、相対的な走査速度  $v$  を制御し、式1を満たすようにしたが、形成される曳糸の直径  $d$  または曳糸の分断周波数  $f$  を制御して式1を満たすようにしてもよいのはもちろんである。

#### 【0081】

さらに、好ましくは記録媒体上でのインク液滴の着弾径を  $D$ 、相対的な移動速度を  $v$ 、曳糸の分断周波数を  $f$  とした場合に、下記式2を満たすようにする。

$$(v / f) < D \quad \text{式2}$$

このような式2を満たす条件で画像記録を行うことで、インク液滴を記録媒体P上により好適に重ねて着弾させることができ、1つの画像ドットを複数のインク液滴で好適に形成し、目的とする画像ドットをより好適に形成することができる。このように、目的とする画像ドットをより好適に形成することができるので、高解像度で、高画質な画像を記録することができる。

40

#### 【0082】

このような本発明のインクジェット記録方法は、上記条件を満たすものであれば、カラー画像でも、モノクロ画像の記録でもよい。

なお、カラー画像を記録する際には、全ての色で本発明を実施するのが好ましいのは、もちろんであるが、これに限定されず、1色のみで、本発明のインクジェット記録方法を実施してもよい。

#### 【0083】

以上、本発明のインクジェット記録方法について詳細に説明したが、本発明は、上記実施

50

形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってよいのは、もちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】(a)および(b)は、本発明のインクジェット記録方法を実施するインクジェット記録装置の一例の概念図である。

【図2】(a)～(d)は、図1に示すインクジェット記録装置の吐出電極を説明するための概念図である。

【図3】(a)～(c)は、本発明のインクジェット記録方法を説明するための概念図である。

10

【図4】従来の静電式インクジェット記録を説明するための概念図である。

【符号の説明】

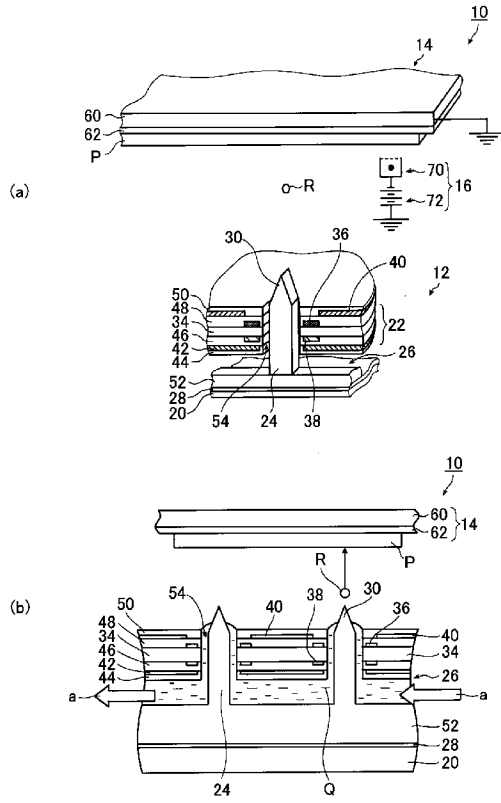
【0085】

- 10 インクジェット記録装置
- 12、80 (インクジェット) ヘッド
- 14 保持手段
- 16 帯電ユニット
- 20、82 ヘッド基板
- 22 吐出口基板
- 24、84 インクガイド
- 26、98 インク流路
- 28 浮遊導電板
- 30、84a 先端部分
- 34 絶縁性基板
- 36 第1吐出電極
- 38 第2吐出電極
- 40 ガード電極
- 42 シールド電極
- 44、46、48、50 絶縁層
- 52、96 吐出口
- 60 電極基板
- 62 絶縁シート
- 70 スコロトロン帯電器
- 72 バイアス電圧源
- 86 絶縁性基板
- 88 制御電極
- 92 DC バイアス電圧源
- 94 パルス電圧源

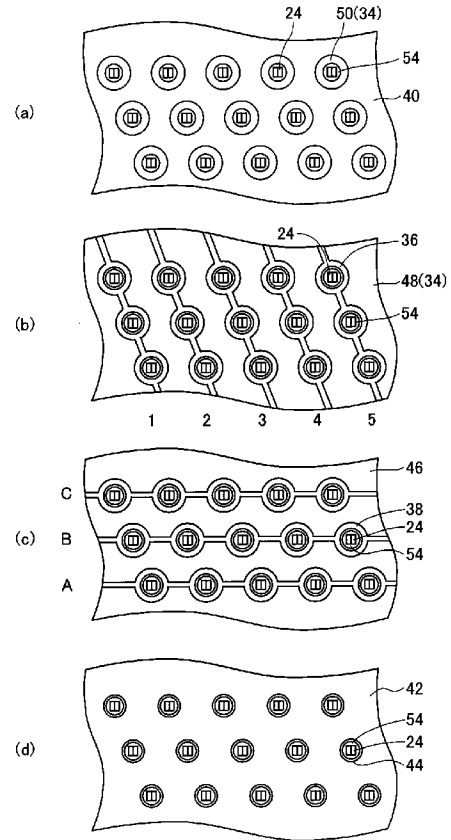
20

30

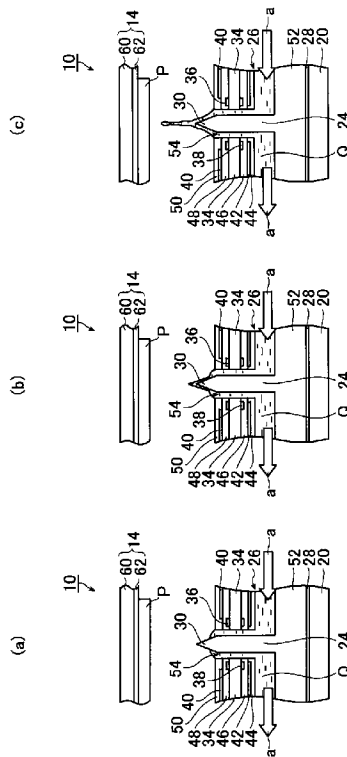
【図 1】



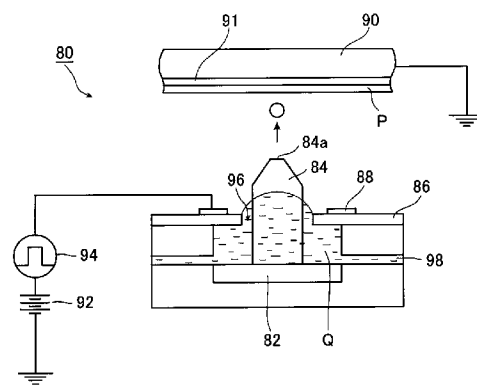
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2C057 AF21 BD06 CA04  
2H086 BA02 BA03  
4J039 AB08 AD03 AD06 AD07 AD08 AD10 AD15 AE02 AE04 AE06  
AE08 BA04 BC02 BC03 BC39 BC60 BD02 BE01 BE02 BE05  
BE07 BE22